



F10001000138



# SUOMI-FINLAND

## (FI)

Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen

(12) PATENTTIJULKAISU  
PATENTSKRIFT

(10) FI 100013 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 15.08.97

(51) Kv.lk.6 - Int.cl.6

D 21F 5/04

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 931263

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 22.03.93

(24) Alkupäivä - Löpdag 22.03.93

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 23.09.94

(73) Haltija - Innehavare

1. Valmet Paper Machinery Inc., Panuntie 6, 00620 Helsinki, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Ilmarinen, Antti, Sääksmäentie 42, 40520 Jyväskylä, (FI)
2. Ilvespää, Heikki, Voionmaankatu 13 C 50, 40700 Jyväskylä, (FI)
3. Kuhasalo, Antti, Välttie 1 as. 10, 40530 Jyväskylä, (FI)
4. Yli-Kauppila, Jouko, Hietalantie 1, 40950 Muurame, (FI)
5. Heikkilä, Pertti, Nummenpääkatu 5 B 18, 21620 Raisio, (FI)
6. Jokioinen, Ilkka, Pettistentie 275, 21420 Lieto, (FI)
7. Korpela, Matti, Välskärinkatu 3, 20470 Turku, (FI)
8. Pettersson, Henrik, Kuusitie 14, 23100 Mynämäki, (FI)
9. Karvinen, Mikko, Koivukuja 3, 41330 Vihtavuori, (FI)
10. Sailas, Väinö, Sievisenmäentie 12 C, 40420 Jyskä, (FI)
11. Taskinen, Pekka, Seitikintie 9 A 8, 40640 Jyväskylä, (FI)
12. Parker, Richard A., 17 Southwell Road, Cape Elizabeth, ME 04107, USA, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Forssén & Salomaa Oy, Yrjönkatu 30, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Kuivatusmenetelmä ja kuivatusmoduli sekä niitä soveltavat kuivatusosat etenkin nopeakäyntiseen paperikoneeseen  
Torkningsförfarande och torkningsmodul samt torkningspartier där dessa tillämpas, speciellt för en snabbt gående pappersmaskin

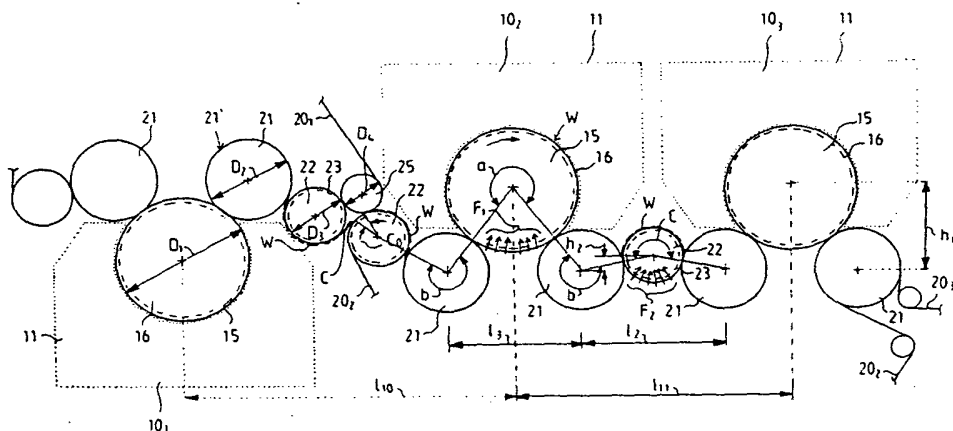
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI C 53333 (D 21F 5/04), FI C 87669 (D 21F 5/02)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laite paperirainan (W) kuivatuksessa, jossa paperiraina (W) on kuivatusviiran (20<sub>1</sub>) tukemana ilman rainan (W) pitkiä avoimia vetoja. Paperirainaa (W) kontaktikuivataan painaen sitä kuivatusviiralla (20) sylinteripinnalle (21'), jonka halkaisija on  $D_2 > 1,5$  m sektorissa b, jonka suuruus on  $b > 180^\circ$ . Rainaa (W) haihdutuskuivatetaan päälepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatuksena siihen kohdistettavilla suurinopeuksisilla ( $v_g$ ) kuivatuskaasusuihkuilla kuivatusviiralla (20) seuraavan suurihalkaisijaisen  $D_1 > 2$  m sylinterin (15) pinnalla sektorissa a  $> 180^\circ$  rainan (W) ollessa ulkokaarten puolella. Kuivattava raina (W) ohjataan imutelan (22) alipaineisen sektorin c yli rainan (W) ollessa kuivatusviiran (20) kannatuksessa ulkokaarten puolelle, jonka sektorin suuruus on  $c > 160^\circ$  ja jonka imutelan (22) halkaisija  $D_3$  on  $D_3 < D_2$ .

Uppfinningen avser ett förfarande och en anordning vid torkning av en pappersbana (W), där pappersbanan (W) stöds av en torkningsvira (20<sub>1</sub>) utan väsentligen långa öppna drag av banan (W). Pappersbanan (W) kontakttorkas genom att trycka denna med en torkningsvira (20) på en cylinderyta (21'), vars diameter är  $D_2 > 1,5$  m i en sektor b, vars storlek är  $b > 180^\circ$ . Banan (W) torkas genom avdunstning genom påblåsning och/eller genomströmning med strålar av torkningsgas av hög hastighet ( $v_g$ ) som riktas mot denna på ytan av en cylinder (15) med stor diameter  $D_1 > 2$  m som följer efter torkningsviran (20) i en sektor a  $> 180^\circ$  under det att banan (W) är på den yttre krökens sida. Banan (W) som skall torkas styrs över en undertrycksatt sektor c av sugvalsen (22) under det att banan är uppburen av torkningsviran (20) på den yttre krökens sida, storleken av vilken sektor är  $c > 160^\circ$  och varvid diametern  $D_3$  av sugvalsen (22) är  $D_3 < D_2$ .



Kuivatusmenetelmä ja kuivatusmoduli sekä niitä soveltavat  
kuivatusosat etenkin nopeakäyntiseen paperikoneeseen  
Torkningsförfarande och torkningsmodul samt  
torkningspartier där dessa tillämpas, speciellt  
5 för en snabbt gående pappersmaskin

Keksinnön kohteena on menetelmä paperirainan kuivatuksessa, jossa mene-  
10 telmässä paperiraina on kuivatusviiran tukemana ilman rainan olennaisen  
pitkiä avoimia vetoja sen kuivattavana olevan osuuden pituudella.

Lisäksi keksinnön kohteena on paperikoneen kuivatusosan kuivatusmoduli,  
joka on tarkoitettu etenkin suurinopeuksisten paperikoneiden kuivatus-  
15 osiin, joiden nopeus  $v \approx 25-40$  m/s ja jossa kuivatusmodulissa on johto-  
telojen, kuivatussylinterien ja kääntöimutelan ohjaama kuivatusviira-  
lenkki.

Lisäksi keksinnön kohteena on edellä mainituista kuivatusmoduleista  
20 koostettu kuivatusosa.

Lisäksi keksinnön kohteena on erilaiset edellä esitetyistä kuivatusmo-  
duleista ja ennestään tunnetuista kuivatussylinteriryhmistä koostetut  
hybridikuivattimet.

25

Paperikoneiden suurimmat ratanopeudet ovat nykyisin jo luokkaa 25 m/s,  
mutta ennen pitkää tullaan ottamaan käyttöön nopeusalue 25-40 m/s.  
Tällöin paperikoneen ajettavuuden pullonkaulaksi tulee muodostumaan  
kuivatusosa, jonka pituus ennestään tunnettua monisyylinterikuivattimia  
30 käyttäen tulisi lisäksi sietämättömän pitkäksi. Jos ajatellaan, että  
nykyistä monisyylinterikuivatinta käytettäisiin ratanopeudella 40 m/s,  
siinä olisi n. 70 kpl kuivatussylinterejä ja sen konesuuntainen pituus  
tulisi olemaan ~ 180 m. Tällöin kuivattimessa olisi n. 20 eri viiraryh-  
mää ja vastaava määrä ryhmävälivientejä. On oletettavaa, että nopeus-  
35 alueella 30-40 m/s normaalien ennestään tunnettujen monisyylinteri-  
kuivattimien ajettavuus ei olisi enää lähelläkään tyydyttävää, vaan  
ratakatkoja ilmenisi runsaasti, mikä alentaa paperikoneen hyötysuhdet-  
ta.

Nopeusalueella 30-40 m/s ja sitä ylittävillä nopeuksilla ennestään tunnetut monisyylinterikuivattimet tulisivat myös epätaloudellisiksi, koska ylipitkän paperikonesalin investointikustannukset muodostuisivat kohtuuttoman suuriksi. Paperikonesalin voidaan arvioida nykyisin maksavan tyypillisesti noin 1 Mmk/konesuuntainen metri.

Paperikonesalissa on yleensä käytettävissä korkeussuunnassa tilaa, ja onkin ehdotettu, että monisyylinterikuivattimen sylinterit järjestetään pystysuuntaisiin pinoihin, mutta tällöin etenkin suurilla nopeuksilla ajettavuus ja hylynpoisto-ongelmat korostuvat ja tulevat nopeusalueella 30-40 m todennäköisesti hyvin vaikeiksi ratkaista. Tämän tekniikan tason osalta viitataan hakijan FI-patenttihakemukseen 890786.

Ennestään tunnettujen monisyylinterikuivattimien kuivatustehoa kuvaava eräs parametri on kuivatusosalla haihdutettavan veden määrä pituus- ja leveysyksikköä kohti siis kuivattavan rainan peittämää lattiapinta-alaa kohti aikayksikössä. Ennestään tunnetuissa monisyylinterikuivattimissa tämä parametri on tyypillisesti alueella 50...80 kg H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/h.

On ennestään tunnettua käyttää paperirainan haihdutuskuivatukseen erilaisia päällepuhallus/läpipuhallusyksiköitä, joita on käytetty varsinkin tislepaperin kuivatuksessa. Tämän tekniikan tason osalta viitataan esimerkkeinä seuraavaan patenttikirjallisuuteen: US-3301746, US-3418723, US-3447247, US-3541697, US-3956832, US-4033048, CA-2061976, FI-57457 (vast. SE-7503134-4) ja FI-87669.

Edellä esitetyistä julkaisuista esillä olevaa keksintöä ehkä lähinnä on J. M. Voithin US-patentissa 4033048 esitetty paperiradan kuivatin, joka ei kuitenkaan sovellu käytettäväksi keksinnössä tarkoitetuilla suurilla nopeuksilla  $v > 25$  m/s, eikä etenkin nopeusalueella  $v \approx 30-40$  m/s tai sitä suuremmilla nopeuksilla. Em. US-patentin mukaisessa ratkaisussa on tässä ja muissa suhteissa seuraavat epäkohdat. Em. US-patentissa on tukikudoslenkin sisäpuolelle sijoitettu imulaatikko, jonka avulla alipaineistetaan sekä iso imutela että imutelan alapuolella oleva ulkopuolisten kuumennettavien telojen välinen tasku. Tällöin ongelmaksi muodostuvat reunatiivistykset, joista vuotaa ilmaa merkittäviä määriä.

Vuotoilma puolestaan aiheuttaa voimakkaan koneen poikkisuuntaisen ilmavirtauksen radan reuna-alueille, mikä huonontaa raidan stabiilia kulkua kuivatuslaitteen läpi ja siten koko koneen ajettavuutta ja hyötysuhdetta. Suuren vuotoilmamäärän vuoksi taskun ja telan alipaineistaminen  
5 sille alipainetasolle, joka suurilla nopeuksilla on tarpeen stabiilin rainan kulun varmistamiseksi, vaatii suuret ilmankanavat ja puhalluslaitteet sekä kuluttaa tämän vuoksi runsaasti energiaa.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on aikaansaada uusia ratkaisuja  
10 edellä kosketeltuihin ongelmiin.

Keksinnön päätarkoituksena on aikaansaada uusi paperiradan haihdutuskuivatusmenetelmä, kuivatusmoduli ja sitä soveltava kuivatusosa, jotka soveltuvat käytettäväksi suurilla ratanopeuksilla  $v > 25$  m/s, jotka  
15 nopeudet ovat sopivimmin luokkaa  $v \approx 30-40$  m/s tai jopa suurempiakin.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on aikaansaada uusia kuivatusratkaisuja edellä mainitulle nopeusalueelle niin, että hyvin suuresta ratanopeudesta huolimatta kuivatusosan ajettavuus saadaan pysymään tyydyttävällä tasolla.  
20

Esillä olevan keksinnön eräänä päätarkoituksena on myös lisätä päällepuhallus- ja/tai läpivirtauksen avulla kuivatusnopeutta ja näin lyhentää kuivatusosaa, mikä osaltaan parantaa kuivatusosan ajettavuutta.  
25

Keksinnön lisätarkoituksena on aikaansaada sellainen kuivatusmenetelmä ja -laitteisto, jota käyttäen mainitulla korkealla nopeusalueella kuivatusosasta saadaan silti konesuuntaiselta pituudeltaan kohtuullinen niin, ettei sen pituus ainakaan olennaisesti ylitä nykyisten sylinteri-  
30 kuivattimien pituutta. Tähän päämäärään pääseminen mahdollistaisi paperikoneuusinnat ja modernisoinnit nykyisin käytössä oleviin paperikonehalleihin aina ratanopeuteen  $v \approx 40$  m/s saakka ja jopa sen ylikin.

Keksinnön lisätarkoituksena on saada aikaan sellainen kuivatusmenetelmä  
35 ja sitä soveltava kuivatusosa, jossa raina on koko kuivatusosan pituudella kiinnitettynä luotettavasti kuivatusviiraan siten, että sen poi-

kittaissuuntainen kutistuminen saadaan pääasiallisesti estetyksi ja täten vältetyksi epätasaisesta poikittaisesta kutistumaprofiilista aiheutuvat rainan poikittaiset epähomogeenisuudet.

- 5 Edellä esitettyihin ja myöhemmin selviäviin päämääriin pääsemiseksi keksinnön menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että menetelmä käsittää kombinaationa seuraavat vaiheet (a), (b), (c) ja (d):
- 10 (a) kontaktikuivataan paperirainaa painaen sitä kuivatusviiralla sylinteripinnalla, jonka halkaisija valitaan  $D_2 > 1,5$  m, sektorissa b, jonka suuruus valitaan  $b > 180^\circ$ ;
- 15 (b) haihdutuskuivatetaan rainaa päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatuksena rainaan kohdistettavilla suurinopeuksisilla kuivatuskaasusuihkuilla mainitulla kuivatusviiralla seuraavan suurihalkaisijaisen sylinterin pinnalla sektorissa  $a > 180^\circ$  rainan ollessa ulkokaarten puolella, ja jonka viimeainitun sylinterin halkaisija  $D_1$  valitaan  $D_1 > D_2$  ja lisäksi  $D_1 > 2$  m;
- 20 (c) suoritetaan olennaisesti edellä määritellyn kaltainen vaihe (a);
- (d) ennen vaihetta (a) ja/tai vaiheen (c) jälkeen ohjataan kuivattava raina imutelan alipaineisen sektorin c yli rainan ollessa kuivatusviiran kannatuksessa ulkokaarten puolelle, jonka sektorin suuruus valitaan  $c > 160^\circ$  ja jonka imutelan halkaisija  $D_3$  valitaan  $D_3 < D_2$ .
- 25

Keksinnön mukaiselle kuivatusmodulille on puolestaan pääasiallisesti tunnusomaista se, että kuivatusmoduli käsittää suuriläpimittaisen  $D_1$  päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatussylinterin, jonka halkaisija  $D_1 > 2$  m ja joka sylinteri on sijoitettu kuivatusviiralenkin sisälle, että mainitun päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatussylinterin tuntumaan sen molemmiin puolin on sijoitettu sileäpintaisten kuumennetut kontaktikuivatussylinterit, joiden läpimitta  $D_2 < D_1$  ja jotka kontaktikuivatussylinterit on sijoitettu saman kuivatusviiralenkin ulkopuolelle, että rainan kulkusuunnassa ennen ja/tai jälkeen mainittua kontaktikuivatussylinteriä on saman kuivatusviiralenkin sisäpuolelle sijoitettu

30

35

kääntöimutela tai -telat, jonka/joiden halkaisija  $D_3 < D_2$ , että mainitut kuivatussylinterit ja kääntöimutelat on sijoitettu keskenään niin, että kuivatussylintereillä rainan ja kuivatusviiran sivuamissektorit  $a > 180^\circ$ ,  $b > 180^\circ$  ja mainitun päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatussylinterin ulkovaippa on varustettu urituksella ja/tai on kuivatuskaasua läpäisevä ja jonka vaipan sivuamissektorille  $a$  on järjestetty kuivatushuuva, jonka sisällä on kuivattavan rainan ulkopinnan tuntumassa suutinkenttä, jonka kautta on kohdistettavissa suurella nopeudella kuivatuskaasusuihkusto kuivattavan rainan vapaata ulkopintaa vasten  
10 mainitun sektorin  $a$  olennaisella alueella.

Keksinnön piiriin kuuluvat myös sellaiset hybridikuivatusosat, joissa käytetään keksinnön mukaisia moduleja sopivissa paikoissa yhdessä tunnettujen sylinteriryhmien kanssa, etenkin yksiviiraviennillä varustettujen ns. "normaalien" sylinteriryhmien kanssa, joissa kuivatussylinterit ovat ylärivissä ja kääntöimutelat alarivissä tai päinvastoin. Mainittujen ryhmien ja keksinnön mukaisten modulien välillä käytetään sopivimmin suljettuja ryhmävälivientejä.

20 Keksinnössä on uudella tavalla yhdistetty ennestään tunnettu päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatus sekä kontaktikuivatus kuumennettu- ja kontaktikuivatussylinterejä käyttäen. Jotta keksinnön päämääriin päästäisiin kyseisillä suurilla rainan nopeuksilla  $v > 25$  m/s, etenkin nopeusalueella  $v \approx 30-40$  m/s, on mainitut kuivatusvaiheet ja kuivatusmodulien geometria järjestettävä keksinnön mukaisella uudella tavalla. Lisäksi keksinnössä on otettu huomioon se kuivatusosan ajettavuuden kannalta ratkaiseva tekijä, että rainan joutessa päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatussylintereille ja kääntöimuteloilla viiran kannatuksessa ulkokaarten puolelle se pyrkii irtoamaan keskipakovoimien vaikutuksesta kuivatusviirasta irrotusvoiman ollessa verrannollinen termiin  $v^2/r$ , missä  $r$  on sylinterin tai telan säde. Tämän irtoamisen estämiseksi järjestetään sopivimmin mainituille päällepuhallus- ja/tai läpivirtaus-  
30 sylintereille ja kääntöimuteloille paine-ero, joka mitoitetaan niin suureksi, että rainan irtoaminen kaikissa tapauksissa estyy ja ajettavuus säilyy tältäkin osin. Mainittua paine-eroa voidaan myös käyttää

etenkin päällepuhallus- ja/tai läpivirtaussylinterillä edistämään läpivirtauskuivatusta.

- 5 Keksinnössä kuivatuskaasuna käytetään sopivimmin joko ilmaa tai tulle-  
tettua höyryä. Kuivatuskaasun tila valitaan kussakin kuivatusvaiheessa  
ottaen huomioon se, kuinka vesi on kussakin kuivatusvaiheessa paperi-  
rainan kuidukkoon sitoutunut. Näin saadaan sekä paperin laadun että  
kuivatuksen kannalta optimaalinen kuivatustapahtuma.
- 10 Keksinnön mukaisessa kuivatusmodulissa voidaan päällepuhallus- ja/tai  
läpivirtaussylinterinä ja kääntöimutelana edullisimmin käyttää sellai-  
sia uritetulla ja läpirei'itetyllä vaipalla varustettuja kuivatussylin-  
terejä ja kääntöimuteloja, joita hakija markkinoi tavaramerkillä  
VAC<sup>TM</sup>-tela ja joiden yksityiskohdat selviävät hakijan FI-patentista  
15 83,680 (vast. US-pat. 5,022,163). Läpivirtaussylinterinä voidaan käyt-  
tää suuremman alipaineen ja avoimen pinta-alan omaavaa läpipuhalluste-  
laa. Eräs tällainen tela on esim. hakijan tavaramerkillä "HONEYCOMB"-  
tela markkinoima tuote.
- 20 Kun keksinnön mukaisesti raina pidetään olennaisesti koko kuivatusosan  
pituudella tukevasti kiinni kuivatusviiralla tarvittaessa käyttäen  
kaartosektoreilla, joilla raina jää ulkopuolelle, paine-eroa, estetään  
rainan poikittainen kutistuminen kuivatuksen aikana, millä eliminoidaan  
epätasaisesta poikittaisesta kutistumaprofiilista aiheutuvat rainan  
25 poikittaiset epähomogeenisuudet.
- Keksinnössä päällepuhallus- ja/tai läpivirtaussylinterin huuvana voi-  
daan käyttää myös ylipaineistettua huvua ja/tai kyseisenä isosylinte-  
rinä uravaipalla tai vastaavalla viirasukkavaipalla varustettua sylin-  
30 teriä. Tällöin mainittu paine-ero, jolla raina pidetään kuivatusviiran  
kannatuksella, voidaan saada aikaan pääasiallisesti mainitulla huuvan  
ylipaineistuksella, jolla myös aikaansaadaan tarvittaessa kuivatus-  
kaasujen rainan läpivirtaus.
- 35 Keksinnön mukaisessa kuivatusmodulissa tai useammassa peräkkäisissä  
-moduleissa voidaan päällepuhallus- ja/tai läpivirtaussylinterin huuva



jakaa poikkisuunnassa konesuuntaisin seinämin useisiin lohkoihin, joihin johdetaan lämpötilaltaan, kosteudeltaan ja/tai paineeltaan erilaisista kuivatuskaasua, tai ko. lohkoissa käytetään nopeudeltaan erilaisia kuivatuskaasusuihkustoja. Täten voidaan paperirainan kuivumista säädel-

5 lä poikkisuunnassa ja aikaansaada edullinen poikkisuunnassa tietynmuotoinen, tavallisimmin tasainen kosteusprofiili.

Keksinnön mukaisessa kuivattimessa käytettäväksi tulevan "isosylinterin" alla olevaa taskua ei ole tarkoitus alipaineistaa kudoslenkin

10 sisäpuolelle asetetun imulaitteen avulla kuten em. US-patentissa 4,033,048. Ko. isosylinteri samoin kuin kuivatussylinterien välissä olevat pienemmät kääntöimutelat esim. hakijan VAC<sup>TM</sup>-telat, on kukin varustettu omalla imuyhteellään telan akselilla. Em. US-patentissa on samaa tukikudosta käytettävien isojen imutelojen, "keskitelojen", välissä

15 vain yksi ulkotela, joka voi olla lämmitetty.

Keksinnön mukaisessa edullisessa kuivaimen sovellusmuodossa kahden saman tukikudoslenkin sisällä olevan päällepuhallussylinterin (isosylinterin) välissä on ainakin kaksi kontaktikuivatussylinteriä ja

20 pienempihalkaisijainen kääntöimutela niiden välissä. Tämä tulee käytännön rajoituksista rakentaa mahdollisimman suuren peiton omaava päällepuhallushuuva telan ympärille samalla kun halutaan mahdollisimman tehokas tuenta radalle ko. päällepuhallustelojen välillä. Em. US-patentissa 4,033,048 mainitaan vain kuumailmakupu. Keksinnössä on nimenomaan

25 oleellista, että jos väliaineena käytetään kuumaa ilmaa, ko. ilmalla on päällepuhalluskuivatuksessa huomattava nopeus rainaa vasten. Em. US-patentin esittämä laite ei sovellu läpipuhalluskuivatukseen edellä mainituista vaikeuksista johtuen. Läpipuhallusmahdollisuutta, samoin kuin päällepuhallustakaan, ei em. US-patentissa ole mainittu. Ko. US-patentin ulkotelojen rataa kuumennettava vaikutus jää hyvin vähäiseksi pienen peittokulman vuoksi. Tällä keksinnöllä toteutuu kuivaingeometria, jossa

30 myös ko. kuumennettavat kontaktisylinterit voidaan tehokkaasti hyödyntää haihdutukseen rainasta.

35 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisen piirustuksen kuvioissa esitettyihin keksinnön eräisiin sovel-

lusesimerkkeihin, joiden yksityiskohtiin keksintöä ei ole kuitenkaan ahtaasti rajoitettu.

5 Kuvio 1 esittää kaaviollisena sivukuvana erästä keksinnön mukaista kuivatusosaa kokonaisuudessaan.

10 Kuvio 2 esittää kuvion 1 mukaisen kuivatusosan sellaista modifikaatiota, jonka kuivatusosan alkupäässä on yksi normaali ryhmä kuivatussy-linterejä, joka ryhmä on varustettu yksiviiraviennillä.

15 Kuvio 3 esittää sellaista keksinnön modifikaatiota, jossa ensimmäisenä kuivatusryhmänä on keksinnön mukainen kuivatusmoduli ja sen jälkeen normaaleja yksiviiraviennillä varustettuja kuivatussylinteriryhmiä.

20 Kuvio 4 esittää sellaista keksinnön modifikaatiota, jossa kuivatusosan loppupäässä tunnetun ns. käännetyn sylinteriryhmän paikalle on sovitettu keksinnön mukainen kuivatusmoduli.

25 Kuvio 5 esittää erästä edullista keksinnön mukaisen kuivatusmodulin edullista geometriaa sekä tärkeimpiä mitoitusparametrejä sekä kolmesta peräkkäisestä modulist koostuvaa haihdutuslaitekombinaatiota.

30 Kuvio 6 esittää sellaista keksinnön mukaista kuivatusmodulia, jossa on kaksi yhteen liitettyä päälle/läpipuhallushuuvaa.

35 Kuvio 7 esittää sellaista keksinnön modifikaatiota, jossa kuivatussy-linterien ja päällepuhallus- ja/tai läpivirtaussylinterien sekä kääntöimutelosten välillä on suorat kuivatusviiran ja rainan yhteiset juokset.

40 Kuvio 8 esittää sellaista keksinnön mukaisen kuivatusmodulin modifikaatiota, jossa on kaksi peräkkäistä päälle/läpipuhallussylinteriä ja niiden päällä on huuvat, joissa on kuivatusviiran ja rainan suoran juoksun päälle ulottuvat ulokeosat.

45

Kuvio 9 esittää päällepuhallus- ja/tai läpivirtaussylinterin huuvan yhteydessä kuivatuskaasun kierrätysjärjestelyjä.

Kuvio 10 esittää keksinnön mukaisen modulin yhteyteen tuotavien kuivatus- ja puhalluskaasujen kierrätysjärjestelyjä.

Kuvio 11 esittää leikkauksia XI-XI kuvioissa 9 ja 10.

Aluksi selostetaan lähinnä kuvioihin 5 ja 9 viitaten keksinnön mukaisen kuivatusmodulin 10 rakenne-esimerkki. Kuivatusmoduli 10 käsittää suuri-läpimittaisen  $D_1$  päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatussylinterin 15, josta seuraavassa käytetään nimitystä "isosylinteri". Isosylinterin 15 vaippa 16 on läpirei'itetty ja/tai ulkopinnaltaan uritettu (kuvio 11), johon uritukseen 16R on vaipan 16 rei'ityksen kautta tai muuten aikaansaataavissa alipaine rainan W pitämiseksi kuivatusviiran 20 pinnalla sektorilla a. Kuivatusmoduliin 10 kuuluu isosylinterin 15 tuntumaan sen molemmiin puolin sijoitetut kontaktikuivatussylinterit 21, joilla on sisäisesti höyrykuumennettu sileä ulkopinta 21'. Näistä sylintereistä 21 käytetään myöhemmin nimitystä "kontaktisylinteri", sillä kuivattava raina W tulee kuivatusviiralla 20 puristetuksi niitä vasten välittömään kontaktiin, kun taas isosylinterin 15 sektorilla a raina W on kuivatusviiran 20 päällä ulkokaarten puolella. Lisäksi kuivatusmoduliin 10 kuuluu yksi tai useampia kääntöimussylintereitä tai -teloja 22, joissa on läpirei'itys. Myöhemmin näistä sylintereistä 22 käytetään nimitystä imutela. Mainitut isosylinterit 15 ja imutelat 22 ovat sopivimmin hakijan FI-patentissa 83680 (vast. US-pat. 5,022,163) esitettyjä VAC<sup>TM</sup>-teloja tai vastaavia, joissa on telavaipan läpäisevä rei'itys 16P, joka avautuu telavaipan ulkopinnan uritukseen 16R (kuvio 11). Mainittuihin urituksiin 16R aikaansaadaan alipaine isosylinterin 15 ja imutelan vaipan 16;23 sisällä vallitsevasta alipaineesta  $p_0$ , joka puolestaan saadaan aikaan isosylinterin 15 ja imutelan 22 akselitapissa olevan imuyhteen 18;38a kautta alipainepumpulla 37;38 (kuviot 9 ja 10).

Lisäksi kuivatusmoduliin 10 kuuluu kuivatusviira 20, jota ohjaavat johtotelat 25.

Viiran permeabiliteetti eli ilmanläpäisevyys valitaan keksinnön kannalta sopivaksi ja peräkkäisissä eri kuivatusviirroissa voidaan käyttää keskenään erilaista permeabiliteettia sekä viiran konesuuntaista ki-  
reyttä.

5

Keksinnön modulissa 10 kuivataan ensivaiheessa paperirainaa W painamalla se kuivatusviiralla 20 sylinteripinnalla 21', jonka halkaisija valitaan  $D_2 > 1,5$  m sektorissa b, jonka suuruus  $b > 180^\circ$ . Seuraavassa vaiheessa paperirainaa W haihdutuskuivatetaan päälle/läpivirtauskuivatuk-  
10 sella suurinopeuksisilla  $v_g \approx 20 \dots 150$  m/s kuivatuskaasusuihkustolla kuivatusviiran 20 kannatuksessa isosylinterin 15 pinnalla, jonka halkaisija valitaan  $D_1 > 2$  m rainan W ollessa ulkokaarten puolella sektorissa  $a > 180^\circ$  sopivimmin koko sektorin a alueella. Tämän jälkeen tois-  
tetaan edellä määritelty ensivaihe. Ennen em. ensivaihetta ja/tai vii-  
15 memainitun vaiheen jälkeen kuivattava raina W ohjataan imutelan 22 imusektorin c yli rainan W ollessa kuivatusviiran 20 kannatuksessa ulkokaarten puolelle. Imusektorin c suuruus valitaan  $c > 160^\circ$  ja imutelan 22 halkaisija valitaan  $D_3 < D_2$ . Päälepuhalluskuivatuksessa käytetään sopivimmin kuivatuskaasusuihkuston nopeusaluetta  $v_g \approx 80 \dots 130$  m/s ja  
20 läpivirtauskuivatuksessa vastaavasti  $v_g \approx 20 \dots 60$  m/s.

Edellä mainittujen sylinterien ja telojen 15, 21, 22 ja 25 halkaisijoita on merkitty vastaavasti  $D_1, D_2, D_3$  ja  $D_4$ . Keksinnön mukaisessa kuivatusmodulissa 10 sopivimmin  $D_1 > D_2 > D_3 > D_4$ . Lisäksi on edullista, että  
25 suhteet  $D_1/D_2$  ja  $D_2/D_3$  on valittu seuraavilta alueilta:  
 $D_1/D_2 \approx 1,0 \dots 2,2$ , sopivimmin  $D_1/D_2 \approx 1,5 \dots 1,7$ ,  $D_2/D_3 \approx 1,1 \dots 2,2$ ,  
sopivimmin  $D_2/D_3 \approx 1,2 \dots 1,6$  ja  $D_3/D_4 \approx 1,0 \dots 2,5$ , sopivimmin  
 $D_3/D_4 \approx 1,5 \dots 2,0$ .

30 Keksinnön mukainen kuivatusmoduli 10 on etenkin vaakasuunnassa siis konesuunnassa mahdollisimman kompakti ja sen kuviossa esitetyt vaakamitat  $l_{10}$  ja  $l_{11}$  valitaan edullisimmin seuraavasti:  $l_{11} = (0,8 \dots 4,0) \times D_1$ , sopivimmin  $l_{11} = (1,8 \dots 3,0) \times D_1$  ja korkeusmitat  $h_1$  ja  $h_2$  valitaan sopivimmin niin, että  $h_2 = (0,1 \dots 1,1) \times D_2$  ja  $h_1/h_2 \approx 2 \dots 10$ , sopivim-  
35 min  $h_1/h_2 \approx 3 \dots 6$ .

Keksinnön mukaisessa modulissa 10 kuivatusviiran 20 ja rainan W kiertosektorit teloilla 15 ja 21 valitaan edullisimmin niin, että  $a \approx 180^\circ \dots 320^\circ$ , sopivimmin  $a \approx 220^\circ \dots 300^\circ$ ,  $b \approx 180^\circ \dots 300^\circ$ , sopivimmin  $b \approx 210^\circ \dots 160^\circ$  ja rainan W kiertosektori c imutelalla 22 (kuviossa 5)

5 modulien  $10_2$  ja  $10_3$  välillä  $c \approx 160^\circ \dots 300^\circ$ , sopivimmin  $c \approx 200^\circ \dots 270^\circ$ .

Kuviossa 1 on esitetty edellä selostetuista kuivatusmoduleista 10 koostuva paperikoneen kuivatusosa, joka on tarkoitettu tyypillisesti ratanopeudelle 30-40 m/s. Kuivatusosa on sijoitettu kokonaan huuvan 100 sisään. Paperirata W tuodan huuvan 100 sisälle nuolen  $W_{in}$  suunnasta

10 huuvan 100 aukon 103 kautta ja poistetaan huuvesta 100 kuivatusosan loppupäässä aukon 104 kautta nuolen  $W_{out}$  suunnassa. Huuvaan 100 on järjestetty sinänsä tunnetusti ilmastointi, mitä kuvaa ilman tuloyhde 105, jonka kautta kuivaa ja mahdollisesti kuumennettua ilmaa johdetaan

15 suuttimien 101 ja 101a ja 101b kautta huuvaan. Huuvasta 100 poistetaan ilmaa kanavien 106a ja 106b kautta. Poistoilmavirtaukset saadaan aikaan puhaltimilla 102a ja 102b. Kosteaa ilmaa poistetaan nuolten  $A_{out}$  suunnassa ulkoilmaan lämmöntalteenottolaitteiston kautta.

20 Kuvion 1 mukaisesti kuivatusosa käsittää rainan tulosuunnassa  $W_{in}$  kaksi "käännettyä" kuivatusmodulia  $10_1$  ja  $10_2$ , joissa isosylinterit 15 ja niiden huuvat 11 ovat alapuolella ja kontaktisylinteriparit 21 yläpuolella. Käännettyillä moduleilla  $10_1, 10_2$  on yhteinen kuivatusviira  $20_1$ , joka vie rainan W täysin suljettuna vientinä käännetyn ryhmän  $10_1, 10_2$

25 läpi, minkä jälkeen raina W siirretään suljettuna ryhmävälivientinä  $C_1$  seuraavan "normaalin" moduliryhmän  $10_3, 10_4$  kuivatusviiralle  $20_2$ , jolta se siirretään suljettuna ryhmävälivientinä  $C_2$  seuraavan käännetyn moduliryhmän  $10_5, 10_6$  kuivatusviiralle  $20_3$ . Kuivatusviiralta  $20_3$  raina W siirretään suljettuna ryhmävälivientinä  $C_3$  viimeisen "normaalin" moduli-

30 ryhmän  $10_7, 10_8$  kuivatusviiralle  $20_4$ .

Kuviossa 1 on kuivatusosan kokonaispituutta merkitty  $L_1$ :llä. Tyypillisesti kuvion 1 mukaisen kuivatusosan pituus  $L_1 \approx 40 \dots 60$  m.

35 Edellä esitetyn mukaisesti kuivatusosan kompaktiutta eli pituussuuntaisen tilankäytön tehokkuutta kuvaava haihdutusnopeus pituus x leveysyk-

sikköä kohti siis kuivattavan rainan peittämää lattiapinta-alaa kohti on 100...160 kg H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/h, kun se ennestään tunnetuissa vastaavissa monisylinterikuivattimissa on luokkaa 50...80 kg H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/h. Kuviossa 1 rainan W kuivatuspituudesta L<sub>w</sub> noin 75...80 % on joko isosylinterien 15 sektoreilla a päälle/läpivirtauskuivatuksen tai sylintereillä 22 kontaktikuivatuspinnan kuivatusvaikutuksen alaisena, kun vastaava prosenttiluku normaaleissa ennestään tunnetuissa monisylinterikuivattimissa on luokkaa - 45...65 %.

10 Kuviossa 2 on esitetty kuvion 1 mukaisen kuivatusosan sellainen modifikaatio ja hybridikuivatusosa, jossa kuivatusosan alkuosassa on normaali kuivatussylinteriryhmä R<sub>0</sub>, jossa kontaktikuivatussylinterit 21a ovat ylärivissä ja kääntöimutelat 22 alarivissä ja rainanvienti ryhmän R<sub>0</sub> läpi tapahtuu kuivatusviiralla 20<sub>1</sub> yksiviiravientinä. Tämän jälkeen  
15 seuraa kahdesta peräkkäisestä keksinnön mukaisesta kuivatusmodulista 10<sub>1</sub> ja 10<sub>2</sub> koostuva kuivatusviiralla 20<sub>2</sub> varustettu keksinnön mukainen viiraryhmä ja sen jälkeen moduleista 10<sub>3</sub> ja 10<sub>4</sub> koostuva "käännetty" viiraryhmä, jonka jälkeen seuraa moduleista 10<sub>5</sub> ja 10<sub>6</sub> koostuva "normaali" viiraryhmä, jolla on kuivatusviira 20<sub>4</sub>.

20

Keksinnössä haihdutuskuivattava raina W on koko pituudellaan L<sub>w</sub> kuivatusviirojen 20<sub>1</sub>...20<sub>n</sub> kannattamana ja siirto kuivatusviiralta 20 seuraavalle tapahtuu täysin suljettuina ryhmävälivienteinä C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> ja C<sub>3</sub>. Keksinnön mukaisia kuivatinmoduleja käytettäessä voidaan raina W siirtää kuivatusviiralta toiselle myös lyhyitä (< 0,5 m) avoimia ryhmävälivientejä käyttäen.

Kuviossa 3 on esitetty eräs keksinnön mukainen hybridikuivatusosa, jossa raina W tuodaan puristinosan viimeisen puristinnipin N kautta  
30 keksinnön mukaiselle kuivatusosalle. Puristinnippi N muodostuu sileäpintaisen 41' ylätelan 41 ja urapintaisen 42' alatelan 42 välille. Nipin N jälkeen raina W seuraa sileää telapintaa 41', jolta se siirretään imutelalle 22, joka kuuluu keksinnön mukaiseen ensimmäiseen kuivatusmoduliin 10<sub>1</sub>. Modulin 10<sub>1</sub> jälkeen raina W siirretään kontakti-  
35 sylinterien 21 ja imutelojen 22 yli ensimmäiseltä kuivatusviiralta 20<sub>1</sub> suljettuna ryhmävälivientinä C<sub>1</sub> toiselle kuivatusviiralle 20<sub>2</sub>, joka

kuuluu normaaliin monisylinterikuivatinryhmään, jossa kuivatussylinterit 21b ovat ylärivissä ja kääntöimussylinterit 22b ovat alarivissä. Näitä normaaleja ryhmiä  $R_1 \dots R_N$  on riittävän monta kappaletta. Viimeisen ryhmän yläsylinterejä on merkitty viitteellä  $21_n$ , imuteloja viitteellä 5 22<sub>n</sub> ja kuivatusviiraa viitteellä 20<sub>n</sub>.

Kuviossa 4 on esitetty sellainen hybridikuivatusosa, jossa on ensiksi ennestään tunnettuja normaaleja sylinteriryhmiä  $R_1 \dots R_{n-1}$ , joissa kontaktikuivatussylinterit 21a ovat ylärivissä ja kääntösylinterit 22a 10 alarivissä ja ryhmien  $R_1$  ja  $R_2$  jne. välillä on sopivimmin suljettu vienti. Mainittuja ryhmiä  $R_1$  on  $n-1$  kpl, minkä jälkeen seuraa sillä paikalla, joissa ennestään tunnetuissa monisylinterikuivattimissa olisi ns. käännetty ryhmä, keksinnön mukainen "normaali" kuivatusmoduli 10<sub>n</sub>, jossa isosylinteri 15 on yläpuolella ja kontaktisylinteripari 21 alapuolella. 15 Modulin 10<sub>n</sub> jälkeen seuraa vielä "normaali" sylinteriryhmä  $R_N$ , jonka kuivatusviiraa on merkitty viitteellä 20<sub>N</sub>.

Kuten edellä kuvioista 2,3 ja 4 selviää voidaan keksinnön mukaisia moduleja 10 käyttäen muodostaa erilaisia ns. hybridikuivatusosia. 20 Moduleja 10 on yksi tai useampia sopivissa kohdissa ja sen lisäksi hybridikuivatusosassa on kuivatussylinteriryhmiä, edullisimmin sellaisia "normaaleja" ryhmiä  $R$ , joissa kontaktikuivatussylinterit 21a ovat ylärivissä ja kääntöimutelat 22 alarivissä, mutta tarvittaessa voidaan käyttää myös ns. käännettyjä ryhmiä, vaikka niissä ilmeneekin katkojen sat- 25 tuessa vaikeuksia paperihylyn käsittelyssä.

Kuvion 5 mukaisen moduliryhmän 10<sub>1</sub>, 10<sub>2</sub>, 10<sub>3</sub> rakenteen tärkeimmät mitoit-  
tusparametrit on jo edellä selostettu. Kuviossa 5 ensimmäinen moduli 10<sub>1</sub>  
on ns. käännetty moduli, jossa isosylinteri 15 on alapuolella ja kon-  
taktisylinteripari 21 yläpuolella. Raina W siirtyy kuivatusviiran 20  
pinnalta seuraavan modulin 10<sub>2</sub> ensimmäisen imutelan 22 yli kulkevan vii-  
ran 20<sub>2</sub> pinnalle sektorissa  $c_0$ . Tämän jälkeen raina W siirtyy imutelalla  
22 sen vaipan urituksessa 16R (kuvio 11) vallitsevan alipaineen kiinni-  
pitämänä seuraavalle kontaktisylinterille 21, jonka kuumennettua sileää  
35 pintaa 21' vasten raina puristuu viiran 20 kireyden vaikutuksesta sek-  
torissa b. Tämän jälkeen raina W siirtyy olennaisesti välittömästi

isosylinterin 15 urituksella 16R varustetulle pinnalle, jossa sitä pidetään urituksen 16R alipaineen ja/tai huvassa 11 vallitsevan yli-paineen vaikutuksella. Isosylinterin 15 kuivatussektori a on mahdollisimman suuri sopivimmin  $a \approx 300^\circ$ . Sektorin a jälkeen raina W siirtyy  
5 olennaisesti välittömästi seuraavalle kontaktikuivatussylinterille 21 ja sen mahdollisimman suuren kuivatussektorin b, sopivimmin  $b \approx 270^\circ$ , jälkeen kääntöimutelan 22 siirtämänä seuraavalle kuivatusmodulille 10<sub>3</sub>.

Kuviossa 6 on esitetty sellainen kuivatusmodulipari 10<sub>1</sub>,10<sub>2</sub>, joiden  
10 molempien huuvat 11<sub>1</sub> ja 11a<sub>2</sub> on väliseinin 12<sub>1</sub> ja 12<sub>2</sub> jaettu kahteen osastoon 10a ja 10b. Kuivatusmodulin 10<sub>1</sub>,10<sub>2</sub> huuvaparilla 11<sub>1</sub>,11<sub>2</sub> on yhteinen pystyväliseinä 12, joka kulkee alla olevan kontaktisylinterin 21 pyörimiskeskiön kohdalta tai alueella.

15 Kuviossa 7 on esitetty sellainen keksinnön mukainen kuivatusmoduli 10, jossa isosylinterin 15 ja kontaktisylinterien 21 välillä kuivatusviiralla 20 ja rainalla W on lyhyehköt suorat vedot 20S. Kontaktisylinterien 21 ja imutelan 22 väleillä kuivatusviiralla 20 on myös hyvin lyhyet suorat vedot 20S<sub>0</sub>. Mainittujen suorien vetojen 20S;20S<sub>0</sub> alueille  
20 voidaan järjestää sinänsä tunnetut ejektiopuhalluslaatikot 13, joiden ilmapuhalluksilla estetään ylipaineiden indusoitumista sulkeutuviin nippitiloihin N+, sillä muutoin mainitut ylipaineet aiheuttaisivat rainan W irtoamisia kuivatusviirasta 20 nippien N+ kohdilla. Kuvion 7 kuivatusmoduli käsittää päällepuhallus- ja/tai läpipuhallustelan lisäksi  
25 si kolme kontaktisylinteriä 21 ja kaksi kääntötela 22.

Kuviossa 8 esitetyllä keksinnön mukaisella kuivatusmodulien 10A ja 10B parilla on edellä esitettyjä olennaisesti suurempi korkeus, jolloin konehallin korkeus voidaan tehokkaasti hyödyntää. Isosylinterit 15 ja  
30 niiden alla olevat kontaktisylinterit 21 on sijoitettu huomattavalle korkeudelle niin, että isosylinterien 15 ja kontaktisylinterien 21 välillä viiralla 20 ja rainalla W on varsin pitkät suorat vedot 20S<sub>1</sub> ja 20S<sub>2</sub>, joiden yhteyteen on ulotettu kuivatushuvien 11 ulokeosat 11A ja 11B. Ulokeosien 11A ja 11B alueilla tapahtuu kuivatuskaasujen suihkustojen avulla rainan W päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatusta.  
35 Muutoin on kuviossa 8 esitetty modulipari 10A,10B edellä selostetun



kaltainen. Kuviossa 8 kuivatussyylinterit 21 ja kääntöimutelat 22 on sijoitettu olennaisesti alemmalle tasolle kuin muut kuivatuslaitteet, jolloin käytettävissä oleva korkeustila on entistä tehokkaammin tullut hyödynnetyksi.

5

Kuviossa 9 on esitetty isosylinterin 15 ympärillä olevan huuvan 11 rakenne ja kuivatuskaasun kuten ilman tai tulistetun höyryn kierrätysjärjestely. Huuva 11 on jaettu väliseinällä 12 kahteen osastoon 10a ja 10b. Osastoihin 10a, 10b tuodaan kuuma kuivatuskaasu syöttöputkien 31  
10 kautta, joista kuivatusilma jakautuu yhteen 41 kautta suutinkammioon 40, jota rajoittaa ulkopuolelta kaareva seinämä 42 ja sisäpuolelta suutinkenttä 43, joka on hyvin pienen välin  $\Delta \approx 10 \dots 60$  mm, sopivimmin  $\Delta \approx 20 \dots 30$  mm, päässä kuivatusviiran 20 päällä kulkevan rainan W ulkopinnasta. Isosylinteri 15 on varustettu läpirei'itetyllä 16P vaipalla  
15 16, jossa on ulkopuolinen uritus 16R, joihin läpirei'itys 16P avautuu (kuvio 11). Isosylinterin 15 sisäpuoli on yhdistetty sen toisen akselitapin kannattimen 17 yhteydessä olevalla imuyhteellä 18 imuputkeen 19, joka on yhdistetty imupumppuun 37 (kuvio 10) alipaineen  $p_0 \approx 0,5 \dots 20$  kPa aikaansaamiseksi vaipan 16 uritukseen 16R. Läpi-  
20 virtauskuivatuksessa käytetään olennaisesti samanlaista järjestelyä, mutta isosylinterin 15 vaipan avoin pinta-ala on huomattavan suuri, samalla kun telaan rainan peittävälle osalle aikaansaadaan huomattava alipaine  $p_0 \approx 5 \dots 50$  kPa.

25 Keksinnön edullisessa sovellusmuodossa isosylinterin 15 sektorilla a rainaan kohdistetaan paine-ero  $\Delta P_1$ , joka painaa kuivattavaa rainaa W kuivatusviiraa 20 vasten rainan W ollessa ulkokaarteen puolella ja pyrkinessä irtoamaan kuivatusviirasta 20 keskipakovoimien vaikutuksesta, jotka voimat ovat verrannolliset termiin  $2 v^2/D_1$ . Näitä irrottavia  
30 voimia ehkäistään paine-erolla  $\Delta P_1$ , joka vaikuttaa rainan ulkopinnan ja isosylinterin 15 vaipan 16 urituksen 16R välillä. Tämä paine-ero  $\Delta P_1$  valitaan yleensä alueelta  $\Delta P_1 = 1 \dots 4$  kPa. Vastaavassa tarkoituksessa kääntöimutelojen 22 sektorilla c, jolla raina W joutuu ulkokaarteen puolelle, käytetään paine-eroa  $\Delta P_2$ , joka valitaan yleensä alueelta  
35  $\Delta P_2 = 1 \dots 4$  kPa. Nämä paine-erot  $\Delta P_1$  ja  $\Delta P_2$  aikaansaadaan isosylinterin 15 ja kääntöimutelan 22 sisätilaan 22 sen akselitapain yhteydessä ole-

van imuyhteen 17,18;38a kautta johdettavalla alipaineella, joka saa aikaan myös seuraavassa selostettavat vuotovirtaukset  $F_1, F_2$  sektoreiden a ja c ulkopuolella.

- 5 Kuten kuvioihin 5,9 ja 10 on merkitty isosylinterin 15 sektorilla  $360^\circ$ -a siis sillä sektorilla, joka ei ole kuivatusviiran 20 peittämä, tapahtuu sylinterivaipan 16 läpi sylinterin sisätilaan päin vuotovirtaus  $F_1$ , mutta läpirei'ityksen 16P kuristuksen siis virtausvastuksen sopivalla mitoituksella saadaan tämä vuorovirtaus  $F_1$  sellaiseksi, ettei se häirit-
- 10 se alipaine-eron  $\Delta P_1$  muodostumista riittäväksi urissa 16R. Vastaava vuotovirtaus tapahtuu myös imutelojen 22 vapaalla sektorilla  $360^\circ$ -c ja tätä virtausta on kuvioissa 5 ja 10 merkitty  $F_2$ :lla. Isosylinteri 15 samoin kuin kääntöimutelat 22 voivat olla varustettu myös sisäpuolisilla imulaatikoilla ja tiivistyslementeillä kyseisten vuotovirtausten
- 15 minimoimiseksi.

- Kuviossa 10 on esitetty kaaviollisesti kuivatuskaasujen ja puhallusilmojen kiertojärjestelyesimerkki. Huuvan 11 osastoihin 10a ja 10b tuodaan tulovirtaukset  $B_{in}$  tuloilmakanavien 30 kautta. Tulokaasun tila eri
- 20 osastoihin 10a ja 10b voi olla keskenään erilainen. Tulovirtauksia  $B_{in}$  säädetään säätöpellein 31. Suutinkentästä 43 suurienergisäiset kuumat kuivatuskaasuvirtaukset kohdistuvat suurella nopeudella  $v_g = 50 \dots 150$  m/s rainan W ulkopintaan, millä aikaansaadaan ns. päällepuhalluskuivatusta eli "impingement"-kuivatusta. Läpivirtauskuivatus-
- 25 tilanteessa osa kuivatuskaasusta kulkee nuolten  $B_1$  suunnassa rainan W, kuivatusviiran 20 ja isosylinterin 15 vaipan 16 isosylinterin 15 sisätilaan, jossa vallitsee pumpun 37 aikaansaama alipaine  $p_o \approx 5 \dots 50$  kPa. Tätä kuvaa imuputken 19 nuoli  $B_2$ . Kuvion 10 mukaisesti puhaltimesta 36 johdetaan nuolten  $B_3$  suunnassa ejektiopuhalluslaatikoiden 13 ilmapuhallukset, joilla estetään ylipaineen syntyminen sulkeutuviin nippitiloi-
- 30 hin N+. Imutelojen 22 toisessa akselitapissa on imuyhde 38a, jonka kautta nuolten  $B_3$  suunnassa johdetaan sylinterien 22 sisätilasta imuvirtaus imupumpun 38 avulla. Täten aikaansaadaan sylinterin 22 rei'itetyn 16P ja uritetun 16R vaipan 23 ulkopinnalle alipaine, jonka avulla pidetään raina W sylinterin 22 ja kuivatusviiran 20 yhteydessä sen kulkies-
- 35 sa sektoreilla c ulkokaarten puolella. Lisäksi kuviossa 10 on esitetty

puhaltimella 39 tuotavaksi nuolen B<sub>4</sub> suunnassa korvausilmavirtaus yhteen 14 kautta huuven 100 korvausilmaksi. Yhde 14 vastaa kuviossa 1 ja 2 esitettyjä puhallussuuttimia 101.

- 5 Kuviossa 11 on esitetty isosylinterin 15 ja kääntöimutelan 22 vaipan 16;23 aksiaalisuuntaiset leikkaukset XI-XI kuvioissa 9 ja 10. Mainitut vaipat 16;23 on varustettu niiden ulkopintaa kiertävällä rengasurituksella 16R, jonka urien syvyyttä on merkitty  $r_o$ :lla ja urien leveyttä  $l_o$ :lla sekä urien välisten täyden seinämävahvuuden omaavien vaipan osien
- 10 leveyttä  $l_1$ :llä. Urien 16R pohjiin avautuvat vaipan 16;23 lävistävät rei'itykset 16P. Reikien halkaisijaa on merkitty  $\phi$ :llä ja vaipan 16;23 täyttä paksuutta  $r_1$ :llä. Seuraavassa esitetään kuvion 11 mukaisen uravaipan eräs edullinen mitoitus esimerkki:  $r_o \approx 5$  mm,  $l_o \approx 5$  mm,  $r_1 \approx 20$  mm,  $l_1 \approx 15$  mm,  $\phi \approx 4$  mm. Rei'ityksen 16P tiheys ja  $\phi$ :t valitaan
- 15 sopivimmin niin, että reikäprosentti urien 16R pohjan koko pinta-alasta on n. 1...3 %.

- Keksinnön mukaiseen kuivatusmenetelmään ja kuivatusosaan voidaan järjestää myös paperin poikkisuuntaisen kuivatusprofiilin hallinta- ja
- 20 säätöjärjestely. Tämä on toteutettavissa siten, että yksi tai useampi kuivatusmoduli 10 varustetaan sellaisella päällepuhallus- ja/tai läpivirtaussylinterin 15 huvalla 11, joka on jaettu koneen poikkisuunnassa useisiin lohkoihin, edullisimmin konesuuntaisilla pystysuorilla väliseinillä (ei esitetty). Mainittuihin lohkoihin johdetaan lämpötilataan, kosteudeltaan ja/tai paineeltaan keskenään erilaisia kuivatus-
- 25 kaasuja. Tämän asemesta tai lisäksi voidaan eri lohkoissa käyttää nopeudeltaan erilaisia kuivatuskaasusuihkustoja. Tällä järjestelyllä paperirainan W kuivumista on säädettävissä poikkisuunnassa ja paperirainalle saadaan poikkisuunnassa juuri halutunmuotoinen, tavallisimmin
- 30 tasainen kosteusprofiili. Kyseinen lohkosäätö poikittaisen kosteusprofiilin hallinnassa on toteutukseltaan useista eri yhteyksistä sinänsä ennestään tunnettu, joten sitä ei tässä yhteydessä sen tarkemmin selosteta eikä kuvioissa esitetä.

- 35 Seuraavassa esitetään taulukon muodossa simulointiesimerkki haihdutustehoista erään keksinnön mukaisen kuivatusmodulin 10 sisällä, kun

isosylinterillä 15 ei käytetä läpivirtauskuivatusta. Seuraavassa taulukossa on sarakkeessa a) esitetty haihdutustehot yksiköissä kg H<sub>2</sub>O / h kuivatusosan alkupäässä ja sarakkeessa b) vastaavat haihdutustehot kuivatusosan loppupäässä. Modulin eri osien kuivatustehot on lisäksi  
 5 seuraavassa taulukossa esitetty prosentteina modulin 10 koko haihdutustehosta.

	a)		b)	
	kg H <sub>2</sub> O/h	%	kg H <sub>2</sub> O/h	%
10				
isosylinteri (15)	4429,7	67,7	4884,1	76,1
1. kontaktisyl. (21)	544,7	8,3	513,7	8,0
imutela (22)	1140,9	17,5	671,6	10,5
2. kontaktisyl. (21)	421,8	<u>6,5</u>	344,9	<u>5,4</u>
15	yht. 100,0		yht. 100,0	

Kuten edellä olevasta taulukosta selviää tapahtuu modulin 10 koko haihdutustehosta ~ 65-75 % isosylinterillä 15 lopun haihdutustehon jakautuessa pääasiallisesti tasan kontaktisylinteriparin 21 ja kääntöimutelan 22 kesken.  
 20

Seuraavassa esitetään patenttivaatimukset, joiden määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa keksinnön eri yksityiskohdat voivat vaihdella ja poiketa edellä vain esimerkinomaisesti esitetystä.  
 25

## Patenttivaatimukset

1. Menetelmä paperirainan (W) kuivatuksessa, jossa menetelmässä paperiraina (W) on kuivatusviiran (20<sub>i</sub>) tukemana ilman rainan (W) olennaisen  
5 pitkiä avoimia vetoja sen kuivattavana olevan osuuden pituudella ( $L_w; L_{wo}$ ), t u n n e t t u siitä, että menetelmä käsittää kombinaationa seuraavat vaiheet (a), (b), (c) ja (d):
- (a) kontaktikuivataan paperirainaa (W) painaen sitä kuivatusviiralla  
10 (20) sylinteripinnalla (21'), jonka halkaisija valitaan  $D_2 > 1,5$  m, sektorissa b, jonka suuruus valitaan  $b > 180^\circ$ ;
- (b) haihdutuskuivatetaan rainaa päällepuhallus- ja/tai läpivirtaus-  
kuivatuksena rainaan (W) kohdistettavilla suurinopeuksisilla  
15 ( $v_g$ ) kuivatuskaasusuihkuilla mainitulla kuivatusviiralla (20) seuraavan suurihalkaisijaisen sylinterin (15) pinnalla sektorissa  $a > 180^\circ$  rainan (W) ollessa ulkokaarten puolella, ja jonka viimeainitun sylinterin (15) halkaisija  $D_1$  valitaan  $D_1 > D_2$  ja lisäksi  $D_1 > 2$  m;
- 20 (c) suoritetaan olennaisesti edellä määritellyn kaltainen vaihe (a);
- (d) ennen vaihetta (a) ja/tai vaiheen (c) jälkeen ohjataan kuivattava raina (W) imutelan (22) alipaineisen sektorin c yli rainan  
25 (W) ollessa kuivatusviiran (20) kannatuksessa ulkokaarten puolelle, jonka sektorin suuruus valitaan  $c > 160^\circ$  ja jonka imutelan (22) halkaisija  $D_3$  valitaan  $D_3 < D_2$ .
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,  
30 että menetelmävaiheet suoritetaan järjestyksessä (a), (b), (c), (d).
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,  
että menetelmävaiheet suoritetaan järjestyksessä (b), (c), (d), (a).

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kuivattava paperiraina (W) johdetaan em. menetelmävaiheiden (a)-(d) läpi nopeudella, joka on luokkaa  $v \approx 25-40$  m/s.
- 5 5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että em. vaiheessa (b) rainaan (W) kohdistetaan paine-ero  $\Delta P_1$ , joka painaa kuivattavaa rainaa (W) kuivatusviiraa (20) vasten mainitulla sektorilla a, joka paine-ero  $\Delta P_1$  valitaan alueelta  $\Delta P_1 \approx 0,5...50$  kPa, sopivimmin  $\Delta P_1 \approx 2...20$  kPa, että em. mainituksa
- 10 vaiheessa (d) rainaan (W) kohdistetaan sitä kuivatusviiran (20) pinnalla pidättävä paine-ero  $\Delta P_2$ , joka valitaan alueelta  $\Delta P_2 \approx 0,5...5$  kPa, sopivimmin  $\Delta P_2 \approx 2...3$  kPa, ja että mainitut paine-erot  $\Delta P_1$  ja  $\Delta P_2$  aikaansaadaan kyseisen sylinterin (15) ja imutelan (22) vaipan (16;23) sisätilaan sen akselitappien yhteydessä olevan imuyhteen (17,18;38a)
- 15 kautta johdettavalla alipaineella.
6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että edellä määritellyssä vaiheessa (a) ja (c) mainittu kuivatussektori valitaan  $b \approx 180^\circ...300^\circ$ , sopivimmin  $b \approx 210^\circ...260^\circ$ , ja/tai
- 20 että edellä määritellyssä vaiheessa (b) mainittu kuivatussektori valitaan  $a \approx 180^\circ...320^\circ$ , sopivimmin  $a \approx 220^\circ...300^\circ$ , ja/tai että edellä mainituksa vaiheessa (d) mainittu kuivatussektori valitaan  $c \approx 160^\circ...300^\circ$ , sopivimmin  $c \approx 200^\circ...270^\circ$ .
- 25 7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että edellä mainituksa vaiheessa (a) mainittu halkaisija valitaan  $D_2 \approx 1,5...2,5$  m sopivimmin  $D_2 \approx 1,8...2,2$  m ja vaiheen (b) mainittu halkaisija valitaan  $D_1 \approx 2...5$  m sopivimmin  $D_2 \approx 2,4...3,5$  m, että valitaan halkaisijasuhde  $D_1/D_2 \approx 1,0...2,2$ , sopivimmin
- 30  $D_1/D_2 \approx 1,5...1,7$ , ja että valitaan halkaisijasuhde  $D_2/D_3 \approx 1,1...2,2$ , sopivimmin  $D_2/D_3 \approx 1,2...1,6$ .
8. Jonkin patenttivaatimuksen 1-7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että edellä määritellyssä vaiheessa (b) kuivatusviiralla (20)
- 35 ulkokaarteeseen puolelle olevaan rainaan (W) sektorilla a kohdistettujen suurienergiaisten kuivatuskaasusuihkustojen nopeus  $v_g$  valitaan alueelta

$v_g \approx 50 \dots 150$  m/s, sopivimmin päällepuhalluskuivatuksessa

$v_g \approx 80 \dots 130$  m/s, ja läpivirtauskuivatuksessa  $v_g \approx 20 \dots 60$  m/s.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1-8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u  
5 siitä, että em. menetelmävaiheet (a), (b), (c) ja (d) suoritetaan ker-  
ran tai toistetaan kahdesti tai useammin saman kuivatusviiran ( $20_i$ )  
kannatuksessa ja että tämän jälkeen raina (W) siirretään olennaisesti  
suljettuna ryhmävälivientinä (C) seuraaviin menetelmävaiheisiin  
(a) - (d), jotka suoritetaan seuraavan kuivatusviirasilmukan ( $20_{i+1}$ )  
10 kannatuksella ja samalla sopivimmin käännetään rainan (W) puolta vas-  
takkaiseksi edellisiin vaiheisiin nähden (kuviot 1,2 ja 5).

10. Jonkin patenttivaatimuksen 1-9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u  
15 siitä, että raina johdetaan 3-12 kertaa toistettavien menetelmävaihei-  
den (a) - (d) läpi, jotka järjestetään siten, että haihdutettavan veden  
määrä aikayksikössä kuivattavan rainan (W) alle jäävää lattiapinta-alaa  
kohti on alueella  $100 \dots 160$  kg  $H_2O/m^2/h$ .

11. Jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukainen menetelmä,  
20 t u n n e t t u siitä, että mainitut vaiheet (a) ja (b), (b) ja (c)  
sekä (c) ja (d) suoritetaan olennaisesti välittömästi peräkkäin ilman  
rainan (W) ja kuivatusviiran (20) olennaisen pitkiä yhteisiä suorja  
vetoja.

12. Jonkin patenttivaatimuksen 1-10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u  
25 siitä, että edellä mainitut vaiheet (a) ja (b), (b) ja (c) sekä  
(c) ja (d) suoritetaan siten, että mainittujen menetelmävaiheiden vä-  
lillä kuivatusviiralla ja rainalla (W) on lyhyehköt suorat juoksut  
( $20S, 20S_0$ ) tai huomattavan pitkät suorat juoksut ( $20S_1, 20S_2$ ), joilla  
30 viimeainituilla suorilla juoksuilla myös rainaan (W) kohdistetaan  
kuivatuskaasusuihkuilla päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatusta  
(kuviot 7 ja 8).

13. Jonkin patenttivaatimuksen 1-12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u  
35 siitä, että menetelmävaiheiden (a), (b), (c) ja/tai (d) välillä  
suoritetaan ejektiopuhallukset ejektiopuhalluslaatikoista.

14. Jonkin patenttivaatimuksen 1-13 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että puhallushuuva jaetaan kahteen tai useampaan sektoriin,  
joissa käytetään lämpötilaltaan, kosteudeltaan ja/tai puhallusnopeudel-  
taan keskenään erilaisia kuivatuskaasusuihkustoja.

5

15. Jonkin patenttivaatimuksen 1-14 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että kuivatusosan eri moduleissa käytetään erilaisia kuiva-  
tuskaasusuihkustoja.

10 16. Jonkin patenttivaatimuksen 1-15 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että kuivatusmodulissa (10) tai -moduleissa päällepuhallus-  
ja/tai läpivirtaussylinterin (15) huuva (11) jaetaan poikkisuunnassa  
useisiin lohkoihin, että mainittuihin lohkoihin johdetaan lämpötilal-  
taan, kosteudeltaan ja/tai paineeltaan keskenään erilaista kuivatuskaa-  
15 sua, tai käytetään mainituissa lohkoissa nopeudeltaan erilaisia kuiva-  
tuskaasusuihkustoja, ja että taten paperirainan (W) kuivumista halli-  
taan ja säädetään poikkisuunnassa ja aikaansaadaan määrätyn muotoinen,  
yleensä tasainen kosteusprofiili.

20 17. Jonkin patenttivaatimuksen 1-16 mukainen menetelmä, t u n n e t -  
t u siitä, että edellä esitettyjen vaiheiden (a), (b), (c) ja (d)  
lisäksi rainaa (W) kuivatetaan yhdellä tai useammalla kuivatussylinte-  
riryhmällä (R) sopivimmin yksiviiraviennillä varustetulla sylinteriryh-  
millä ( $R_1, R_2, R_N$ ), joiden väleille, ennen ja/tai perään sovitetaan yhteen  
25 tai useampaan kertaan suoritettavat em. menetelmävaiheet (a) - (d)  
(kuviot 2,3 ja 4).

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,  
että kuivatusosan alussa käytetään pääasiallisesti päällepuhalluskuiva-  
30 tusta ja kuivatusosan loppuosassa sopivimmin kuiva-ainepitoisuudesta  
n. 75 % alkaen, pääasiallisesti läpivirtauskuivatusta.

19. Paperikoneen kuivatusosan kuivatusmoduli (10), joka on tarkoitettu  
etenkin suurinopeuksisten paperikoneiden kuivatusosiin, joiden nopeus  
35  $v \approx 25-40$  m/s ja jossa kuivatusmodulissa (10) on johtotelojen (25)  
kuivatussylinterien (15,21) ja kääntöimutelan (15,21,22) ohjaama kuiva-



tusviiralenkki (20), t u n n e t t u siitä, että kuivatusmoduli käsittää suuriläpimittaisen  $D_1$  päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatussylinterin (15), jonka halkaisija  $D_1 > 2$  m ja joka sylinteri (15) on sijoitettu kuivatusviiralenkin (20) sisälle, että mainitun päälle/läpivirtauskuivatussylinterin (15) tuntumaan sen molemmiin puolin on sijoitettu sileäpintaisten (21') kuumennetut kontaktikuivatussylinterit (21), joiden läpimitta  $D_2 < D_1$  ja jotka kontaktikuivatussylinterit (21) on sijoitettu saman kuivatusviiralenkin (20) ulkopuolelle, että rainan (W) kulkusuunnassa ennen ja/tai jälkeen mainittua kontaktikuivatussylinteriä (21) on saman kuivatusviiralenkin (20) sisäpuolelle sijoitettu kääntö-imutela (22) tai -telat, jonka/joiden halkaisija  $D_3 < D_2$ , että mainitut kuivatussylinterit (15,21) ja kääntöimutelat (22) on sijoitettu keskenään niin, että kuivatussylintereillä (15,21) rainan (W) ja kuivatusviiran (20) sivuamissektorit  $a > 180^\circ$ ,  $b > 180^\circ$  ja mainitun päällepuhallus- ja/tai läpivirtauskuivatussylinterin (15) ulkovaippa (16) on varustettu urituksella (16R) ja/tai on kuivatuskaasua läpäisevä ja jonka vaipan (16) sivuamissektorille  $a$  on järjestetty kuivatushuuva (11), jonka sisällä on kuivattavan rainan (W) ulkopinnan tuntumassa suutinkenttä (43), jonka kautta on kohdistettavissa suurella nopeudella ( $v_9$ ) kuivatuskaasusuihkusto kuivattavan rainan (W) vapaata ulkopintaa vasten mainitun sektorin  $a$  olennaisella alueella.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen kuivatusmoduli, t u n n e t t u siitä, että mainitut sylinteri- ja telahalkaisijat on siten valittu, että  $D_1 > D_2 > D_3$  sekä siten valittu, että  $D_1/D_2 = 1,0 \dots 2,2$ , sopivimmin  $D_1/D_2 = 1,5 \dots 1,7$  ja  $D_2/D_3 = 1,1 \dots 2,2$ , sopivimmin  $D_2/D_3 = 1,2 \dots 1,6$  ja/tai että mainitut kuivatussylinterit ja/tai johtotelat (15,21,22) on vaaka- ja korkeussuunnassa sijoitettu toisiinsa nähden ja mitoitettu siten, että kahden vierekkäisen kontaktikuivatussylinterin (21) vaaka-etäisyys  $l_3 = (0,3 \dots 2) \times D_1$  ja vierekkäisten kontaktikuivatussylinterien (21) ja kääntöimutelan (22) korkeusero  $h_2 = (0,1 \dots 1,1) \times D_2$  ja kontaktikuivatussylinterin (21) ja päälle/läpivirtaus sylinterin (15) keskinäinen korkeusero  $h_1$  on siten valittu, että  $h_1/h_2 = 2 \dots 10$ , sopivimmin  $h_1/h_2 = 3 \dots 6$ .

21. Patenttivaatimuksen 19 tai 20 mukainen kuivatusmoduli, t u n -  
n e t t u siitä, että mainittuna päällepuhallus- ja/tai läpivirtaus-  
sylinterinä (15) ja/tai kääntöimutelana (22) käytetään uritetulla (16R)  
5 ulkovaipalla ja mainittuun uritukseen aukeavalla läpirei'ityksellä  
(16P) varustettua sylinteriä, jonka sisätila on yhdistetty sylinterin  
akselitapin yhteydessä olevalla imuyhteellä (18;38a) alipainelähteeseen  
(37;38).
22. Patenttivaatimuksen 20 mukainen kuivatusmoduli, t u n n e t t u  
10 siitä, että alipaine päällepuhallus- ja/tai läpivirtaussylintereille  
(15) ja/tai kääntöimuteloille (22) on kohdistettu sylinterin tai telan  
sisäpuolelle järjestetystä tiivistein varustetusta imulaatikosta pape-  
rirainan (W) peittävälle sektorille.
- 15 23. Jonkin patenttivaatimuksen 19-22 mukainen kuivatusmoduli, t u n -  
n e t t u siitä, että kaksi peräkkäistä modulia ( $10_2, 10_3$ ) on sovitettu  
yhteisellä kuivatusviiralla ( $20_2$ ) yhteen siten, että niiden päällepuhal-  
lus- ja/tai läpivirtauskuivatussylinterien (15) keskinäinen vaakaetäi-  
: : syys  $l_{11}$  on alueella  $l_{11} \approx (0,8...4) \times D_1$  ja/tai että päälle/läpivirtaus-  
20 kuivatussylinterin (15) keskiön vaakasuora etäisyys  $l_{10}$  lähimmän edeltä-  
vän tai seuraavan viiraryhmän modulin ( $10_1$ ) vastaavasta sylinteristä  
(15) on alueella  $l_{10} \approx (0,8...4) \times D_1$ .
24. Jonkin patenttivaatimuksen 19-23 mukainen kuivatusmoduli, t u n -  
25 n e t t u siitä, että kaksi tai useampia moduleja (10) on yhdistetty  
toimivaksi yhteisellä kuivatusviiralenkillä (20) ja että mainittujen  
modulien (10) välillä käytetään kääntöimutelaa (22), jonka kuivatusvii-  
raa (20) ja rainaa (W) kääntävä sektori c, jolla raina (W) jää ulko-  
kaarteen puolelle, on valittu  $c > 160^\circ$  ja että kuivattava paperiraina  
30 (W) tuodaan edelliseltä kuivatusviiralta ( $20_n$ ) ja/tai viedään jälkimmäi-  
selle kuivatusviiralle ( $20_{n+1}$ ) olennaisesti suljettuna vientinä.
25. Jonkin patenttivaatimuksien 19-24 mukaisista kuivatusmoduleista  
koostettu kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että mainittuja module-  
35 ja ( $10_1...10_N$ ) on peräkkäin  $N = 3-12$  kpl:tta, että ainakin yksi, sopi-  
vimmin kaksi peräkkäistä kuivatusmodulia ( $10_i, 10_{i+1}$ ) on yhdistetty saman

kuivatusviiralenkin ( $20_i$ ) yhteyteen niin, että rainan (W) siirto kuivatusviiralta (20) toiselle on järjestetty olennaisesti suljettuna ryhmävälivientinä, sopivimmin kääntöimutelasiirtona mainittujen kääntöimute-lojen (22) avulla (kuvio 1).

5

26. Jonkin patenttivaatimuksien 19-24 mukaisista kuivatusmoduleista koostettu kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että edellä mainittujen modulien (10) lisäksi kuivatusosaan kuuluu yksi tai useampi, sopivimmin yksiviiraviennillä varustettu, sylinteriryhmä ( $R_1, R_2 \dots R_N$ ) (kuviot 2,3 ja 4).

10

27. Jonkin patenttivaatimuksen 19-24 mukaisen yhden tai useamman kuivatusmodulin käsittävä paperikoneen kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että kuivatusosassa on useita peräkkäisiä yksiviiraviennillä varustetu-  
15 tuja sylinteriryhmiä ( $R_1 \dots R_N$ ), joissa kontaktikuivatussyylinterit (21a) ovat ylärivissä ja kääntöimutelat (22a) ovat alarivissä ja että kuivatusosaan kuuluu ainakin yksi kuivatusmoduli ( $10_n$ ), jossa kontaktikuivatussyylinteripari (21) on päälle/läpivirtauskuivatussyylinterin (15) alapuolella niin, että mainitussa modulissa ( $10_n$ ) kontaktikuivatussyylinteri (21) vasten tuleva rainan (W) puoli vaihtuu (kuvio 4).

20

28. Jonkin patenttivaatimuksen 19-27 mukainen kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että mainitut peräkkäiset kuivatusmodulit (10) tai moduliparit ( $10_i; 10_{i+1}$ ) on siten käännetty vierekkäisiin moduleihin (10)  
25 tai modulipareihin nähden, että kuivattavan rainan (W) puoli modulilta tai moduliparilta seuraavalle modulille tai moduliparille siirrettäessä vaihtuu (kuviot 1,2 ja 5).

25

29. Jonkin patenttivaatimuksen 19-28 mukainen kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että kuivatusosan alussa olevat kuivatusmodulit tai vastaavat soveltavat päällepuhalluskuivatusta ja että loppuosassa sopi-  
30 vimmin kuiva-ainepitoisuudesta n. 75 % alkaen olevat kuivatusmodulit tai vastaavat soveltavat läpivirtauskuivatusta.

30

30. Jonkin patenttivaatimuksen 19-29 mukainen kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että yksi tai useampi kuivatusmoduli (10) on varus-

35

tettu päällepuhallus- ja/tai läpivirtaushuuvalla, joka on jaettu koneen pituussuunnassa kahteen tai useampaan sektoriin.

31. Jonkin patenttivaatimuksen 19-30 mukainen kuivatusosa, t u n -  
5 n e t t u siitä, että yksi tai useampi kuivatusmoduli (10) on varus-  
tettu päällepuhallus- ja/tai läpivirtaushuuvalla, joka on jaettu koneen  
poikkisuunnassa useaan lohkoon.

## Patentkrav

1. Förfarande vid torkningen av en pappersbana (W), vid vilket förfarande pappersbanan (W) stöds av en torkningsvira (20<sub>1</sub>) utan några väsentligen långa öppna drag av banan (W) utmed längden ( $L_w; L_{w0}$ ) av den andelen som skall torkas, k ä n n e t e c k n a t därav, att förfarandet innefattar i kombination följande skeden (a), (b), (c) och (d):

- 10 (a) pappersbanan (W) kontakttorkas genom att trycka denna med en torkningsvira (20) på en cylinderyta (21'), var diameter väljs  $D_2 > 1,5$  m, i en sektor b, vars storlek väljs  $b > 180^\circ$ .
- 15 (b) torkning av banan med avdunstning medelst påblåsning och/eller genomströmning medelst strålar av torkningsgas av hög hastighet ( $v_g$ ) som riktas mot banan (W) på nämnda torkningsvira (20) på ytan av följande cylinder (15) med stor diameter i en sektor  $a > 180^\circ$  under det att banan (W) är på den yttre krökens sida; och varvid diametern  $D_1$  av sistnämnda cylinder (15) väljs  $D_1 > D_2$  och dessutom är  $D_1 > 2$  m;
- 20 (c) ett skede som väsentligen liknar skede (a) utförs;
- (b) före skede (a) och/eller efter skede (c) styrs banan (W) som skall torkas över en undertrycksatt sektor c av en sugvals (22) över en sektor c under det att banan (W) är uppburen av torkningsviran (20) på den yttre krökens sida, storleken av vilken sektor väljs  $c > 160^\circ$  och varvid diametern  $D_3$  av sugvalsen (22) väljs  $D_3 < D_2$ .

30 2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att förfarandestegen utförs i ordningen (a), (b), (c), (d).

3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att förfarandestegen utförs i ordningen (b), (c), (d), (a).

4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att pappersbanan (W) som skall torkas leds genom ovan-  
nämnda förfarandesteg (a)-(d) med en hastighet som är av klassen  
 $v \approx 25-40$  m/s.

5

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att i ovannämnda steg (b) riktas en tryckskillnad  $\Delta P_1$  mot  
banan (W), som trycker banan (W) som skall torkas mot torkningsviran  
(20) på nämnda sektor a, vilken tryckskillnaden  $\Delta P_1$  väljs inom området  
10  $\Delta P_1 \approx 0,5 \dots 50$  kPa, lämpligast  $\Delta P_1 \approx 2 \dots 20$  kPa, att i ovannämnda steg  
(d) riktas en tryckskillnad  $\Delta P_2$  mot banan (W) som håller den på ytan av  
torkningsviran (20), vilken väljs inom området  $\Delta P_2 \approx 0,5 \dots 5$  kPa, lämp-  
ligast  $\Delta P_2 \approx 2 \dots 3$  kPa, och att nämnda tryckskillnader  $\Delta P_1$  och  $\Delta P_2$   
åstadkommes i det inre utrymmet av ifrågavarande cylinder (15) och  
15 manteln (16;23) av sugvalsen (22) med ett undertryck som skall ledas  
via en sugförbindelse (17,18;38a) i förbindelse med dess axeltappar.

6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att i ovan definierade steg (a) och (c) väljs nämnda  
20 torkningssektor  $b \approx 180^\circ \dots 300^\circ$ , lämpligast  $b \approx 210^\circ \dots 260^\circ$ , och/eller  
att i ovan definierade skede (b) väljs nämnda torkningssektor  
 $a \approx 180^\circ \dots 320^\circ$ , lämpligast  $a \approx 220^\circ \dots 300^\circ$ , och/eller att i ovannämnda  
skede (d) väljs nämnda torkningssektor  $c \approx 160^\circ \dots 300^\circ$ , lämpligast  
 $c \approx 200^\circ \dots 270^\circ$ .

25

7. Förfarande enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att i ovannämnda steg (a) väljs nämnda diameter  
 $D_2 \approx 1,5 \dots 2,5$  m, lämpligast  $D_2 \approx 1,8 \dots 2,2$  m och nämnda diameter i steg  
(b) väljs  $D_1 \approx 2 \dots 5$  m, lämpligast  $D_2 \approx 2,4 \dots 3,5$  m, att diameterför-  
30 hållandet  $D_1/D_2$  väljs  $D_1/D_2 \approx 1,0 \dots 2,2$ , lämpligast  $D_1/D_2 \approx 1,5 \dots 1,7$ ,  
och att diameterförhållandet  $D_2/D_3$  väljs  $D_2/D_3 \approx 1,1 \dots 2,2$ , lämpligast  
 $D_2/D_3 \approx 1,2 \dots 1,6$ .

8. Förfarande enligt något av patentkraven 1-7, k ä n n e t e c k -  
35 n a t därav, att i ovan definierade steg (b) väljs hastigheten  $v_g$  av  
strålarna av torkningsgas av hög energi som riktats på sektorn a mot

banan (W) på torkningsviran (20) på den yttre krökens sida inom området  $v_g \approx 50 \dots 150$  m/s, lämpligast  $v_g \approx 80 \dots 130$  m/s vid påblåsningstorkningen, och  $v_g \approx 20 \dots 60$  m/s vid genomströmningstorkningen.

- 5 9. Förfarande enligt något av patentkraven 1-8, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att ovannämnda förfarandesteg (a), (b), (c) och (d) ut-  
förs en gång eller upprepas en eller flera gånger uppburna av samma  
torkningsvira ( $20_i$ ) och att banan (W) efter detta överförs i form av ett  
väsentligen slutet grupp mellanrumdrag (C) till följande förfarandesteg  
10 (a)-(d), vilka utförs med stöd av följande torkningsviraslinga ( $20_{i+1}$ )  
och på samma gång lämpligast svänger man om banan (W) opp och ner i  
förhållande till föregående steg (figurerna 1, 2 och 5).
- 15 10. Förfarande enligt något av patentkraven 1-9, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att banan leds 3-12 gånger genom upprepade förfarande  
steg (a)-(d), vilka anordnats på sådant sätt, att mängden vatten som  
skall avdunstas per tidsenhet mot golvytan under banan (W) som skall  
torkas är inom området  $100 \dots 160$  kg  $H_2O/m^2/h$ .
- 20 11. Förfarande enligt något av patentkraven 1-10, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att nämnda steg (a) och (b), (b) och (c) samt (c) och (d)  
utförs väsentligen omedelbart efter varandra utan några väsentligen  
långa gemensamma raka drag av banan (W) och torkningsviran (20).
- 25 12. Förfarande enligt något av patentkraven 1-10, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att ovannämnda steg (a) och (b), (b) och (c) samt (c) och  
(d) utförs på sådant sätt, att mellan ovannämnda förfarandesteg har  
torkningsviran och banan (W) tämligen korta raka lopp ( $20S, 20S_0$ ) eller  
avsevärt långa raka lopp ( $20S_1, 20S_2$ ), med vilka sistnämnda raka lopp man  
30 också riktar påblåsning- och/eller genomströmningstorkning mot banan  
(W) med torkningsgasstrålar (figurerna 7 och 8).
- 35 13. Förfarande enligt något av patentkraven 1-12, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att mellan förfarandestegen (a), (b), (c) och/eller (d)  
utförs ejektionsblåsningar från ejektionsblåsningsslador.

14. Förfarande enligt något av patentkraven 1-13, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att blåsningskåpan indelas i två eller flera sektorer,  
där man använder strålar av torkningsgas av sinsemellan olika tempera-  
tur, fuktighet och/eller blåsningshastighet.

5

15. Förfarande enligt något av patentkraven 1-14, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att man använder olika slag av strålar av torkningsgas i  
olika moduler av torkningspartiet.

- 10 16. Förfarande enligt något av patentkraven 1-15, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att i torkningsmodulen (10) eller -modulerna indelas  
kåpan (11) av påblåsnings- och/eller genomströmningscylindern (15) i  
flera avsnittet i tvärriktningen, att man till nämnda avsnitt leder  
torkningsgas av sinsemellan olika temperatur, fuktighet och/eller  
15 tryck, eller i de olika avsnitten används strålar av torkningsgas med  
olika hastighet och att man härvid kontrollerar torkningen av pappers-  
banan (W) och reglerar den i tvärriktningen och åstadkommer en fuktig-  
hetsprofil av bestämd, i allmänhet jämn, form.

- 20 17. Förfarande enligt något av patentkraven 1-16, k ä n n e t e c k -  
n a t därav, att utom ovan presenterade stegen (a), (b), (c) och (d)  
torkas banan (W) med en eller flera torkningscylindergrupper (R) lämp-  
ligast med cylindergrupper ( $R_1, R_2, R_N$ ) som är försedda med enkelt vira-  
drag, mellan, före och/eller efter vilka man anordnar ovannämnda för-  
25 farandesteg (a) - (d) som skall utföras en eller flera gånger (figu-  
rerna 2, 3 och 4).

18. Förfarande enligt patentkrav 17, k ä n n e t e c k n a t därav,  
att man i början av torkningspartiet använder i huvudsak påblåsnings-  
30 torkning och i slutdelen av torkningspartiet, lämpligast utgående från  
torrämneshalten ca 75 %, i huvudsak genomströmningstorkning.

19. Torkningsmodul (10) för torkningspartiet av en pappersmaskin, som  
är avsedd speciellt för torkningspartier av pappersmaskiner som körs  
35 med en hög hastighet på ungefär  $v \approx 25-40$  m/s och i vilken tork-  
ningsmodul (10) finns en torkningsviralänk (20) som styrs av torknings-



cylindrarna (15,21) av ledningsvalsarna (25) och brytsugvalsens (15,21,22), k ä n n e t e c k n a d därav, att torkningsmodulen innefattar en påblåsnings- och/eller genomströmningstorkningscylinder (15) med stort tvärsnitt  $D_1$ , varvid diametern  $D_1 > 2$  m och vilken cylinder (15) är placerad innanför torkningsviralänken (20), att man i kontakt med nämnda på-/genomströmningstorkningscylinder (15) på bägge sidor om denna anordnat upphettade kontakttorkningscylindrar (21) med slät yta (21'), vars tvärsnitt  $D_2 < D_1$  och vilka kontakttorkningscylindrar (21) är placerade utanför samma torkningsviralänk (20), att i löp-  
 10 riktningen av banan (W) före och/eller efter nämnda kontakt torkningscylinder (21) har man innanför samma torkningsviralänk (20) placerat en brytsugvals (22) eller -valsar, vars diameter  $D_3 < D_2$ , att nämnda torkningscylindrar (15,21) och brytsugvalsar (22) är sinsemellan placerade så att tangeringssektorerna av banan (W) av torkningsviran på tork-  
 15 ningscylindrarna (15,21) är  $a > 180^\circ$ ,  $b > 180^\circ$  och den yttre manteln (16) av nämnda påblåsnings- och/eller genomströmningstorkningscylinder (15) är försedd med spår (16R) och/eller är genomtränglig för torkningsgas och på tangeringssektorn a av manteln (16) har anordnats en torkningskåpa (11), innanför vilken finns i kontakt med den yttre ytan  
 20 av banan (W) som skall torkas ett munstyckesfält (43), via vilket man kan rikta strålar av torkningsgas med hög hastighet ( $v_9$ ) mot den fria yttre ytan av banan (W) på ett väsentligt område av nämnda sektor a.

20. Torkningsmodul enligt patentkrav 19, k ä n n e t e c k n a d  
 25 därav, att nämnda cylinder- och valsdiametrar är sålunda valda, att  $D_1 > D_2 > D_3$  samt valda på sådant sätt, att  $D_1/D_2 = 1,0 \dots 2,2$ , lämpligast  $D_1/D_2 = 1,5 \dots 1,7$  och  $D_2/D_3 = 1,1 \dots 2,2$ , lämpligast  $D_2/D_3 = 1,2 \dots 1,6$  och/eller att nämnda torkningscylindrar och/eller ledvalsar (15,21,22) är horinsontalt och vertikalt placerade på sådant sätt i förhållande  
 30 till varandra och dimensionerade på sådant sätt i förhållande till varandra, att det horisontala avståndet mellan två bredvid varandra liggande kontakttorkningscylindrar (21)  $l_3 = (0,3 \dots 2) \times D_1$  och höjdskillnaden  $h_2$  mellan bredvid varandra liggande kontakttorkningscylindrar (21) och brytsugvalsens (22)  $h_2 = (0,1 \dots 1,1) \times D_2$  och den inbördes

höjdskillnaden  $h_1$  av kontakttorkningscylindern (21) och på-/genomströmningcylindern (15) är sålunda vald att  $h_1/h_2 = 2...10$ , lämpligast  $h_1/h_2 = 3...6$ .

5 21. Torkningsmodul enligt patentkrav 19 eller 20, k ä n n e t e c k -  
n a d därav, att nämnda påblåsnings- och/eller genomströmningcylinder  
(15) och/eller brytsugvals (22) utgörs av en cylinder med räfflad (16R)  
yttre mantel och en cylinder som är försedd med en genomperforering  
(16P) och som öppnar sig till nämnda spårning, vars inre utrymme är  
10 förenad med en undertryckskälla (37;38) medelst en sugförbindelse  
(18;38a) i samband med axeltappen av cylindern.

22. Torkningsmodul enligt patentkrav 20, k ä n n e t e c k n a d  
därav, att undertrycket till påblåsnings- och/eller genomströmning-  
15 cylindern (15) och/eller till brytsugvalsarna (22) har riktats från n  
suglåda som är försedd med tätningar som anordnats innanför cylindern  
eller valsen på en sektor som täcks av pappersbanan (W).

23. Torkningsmodul enligt något av patentkraven 19-22, k ä n n e -  
20 t e c k n a d därav, att två moduler ( $10_2, 10_3$ ) efter varandra är an-  
ordnade på en gemensam torkningsvira (22) samman på sådant sätt, att  
det inbördes horisontala avståndet  $l_{11}$  av deras påblåsnings- och/eller  
genomströmningstorkningscylindrar (15) är inom området  $l_{11} =$   
(0,8...4) x  $D_1$  och/eller att det vågräta avståndet  $l_{10}$  från mitten av  
25 påblåsnings/genomströmningstorkningscylindrarna (15) till motsvarande  
cylinder (15) i närmast föregående eller följande viragruppmodul ( $10_1$ )  
är inom området  $l_{10} \approx (0,8...4) \times D_1$ .

24. Torkningsmodul enligt något av patentkraven 19-23, k ä n n e -  
30 t e c k n a d därav, att två eller flera moduler (10) är förenade att  
fungera med gemensam torkningsviralänk (20) och att man mellan nämnda  
moduler (10) använder sig av en brytsugvals (22), varvid sektorn c som  
svänger torkningsviran (20) och banan (W), på vilken sektor banan (W)  
blir kvar på den yttre krökens sida, är vald  $c > 160^\circ$  och att pappers-  
35 banan (W) som skall torkas införs från föregående torkningsvira ( $20_n$ )

och/eller förs till den senare torkningsviran ( $20_{n+1}$ ) väsentligen i form av ett slutet drag.

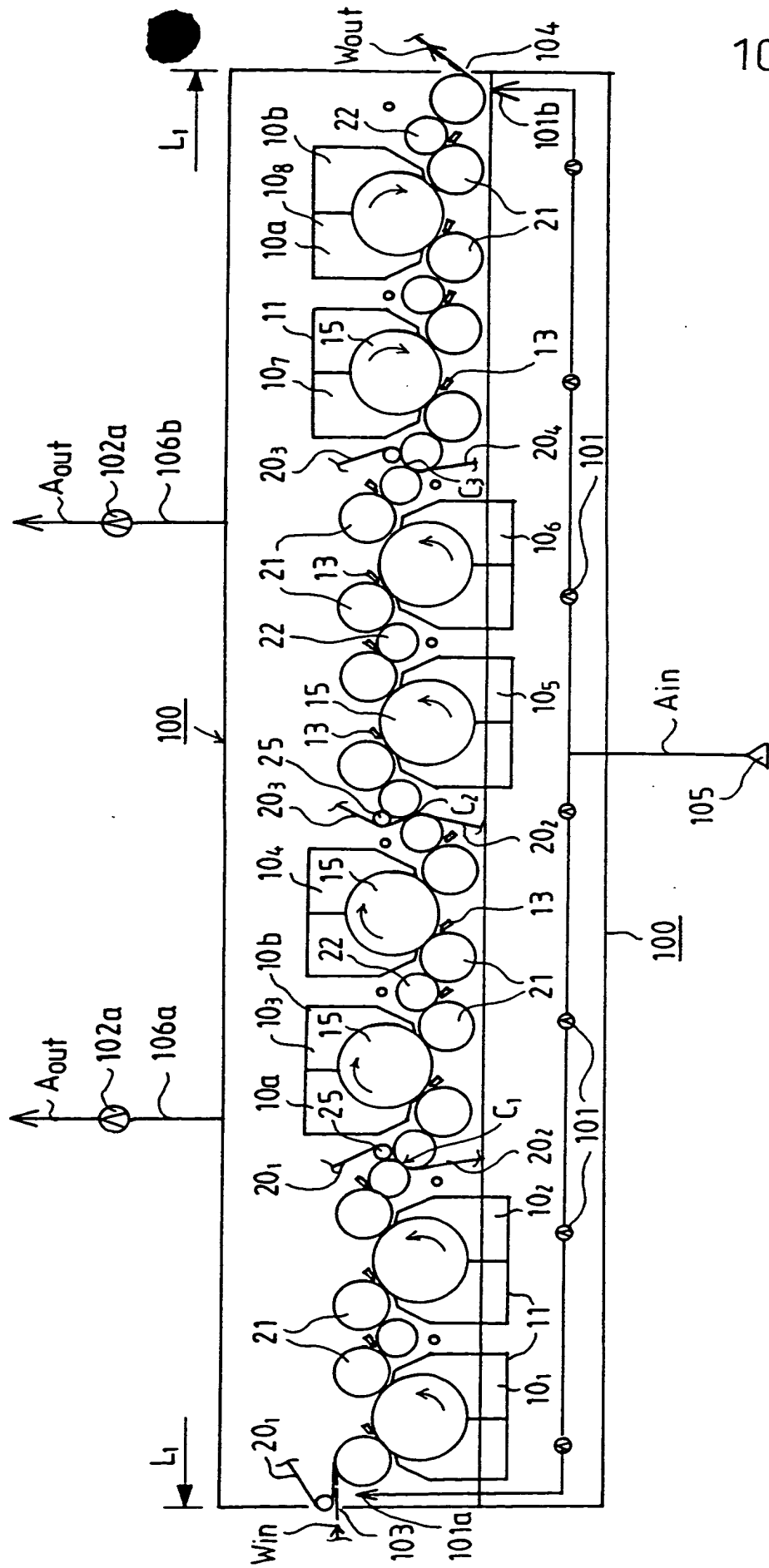
25. Torkningsparti, hopsatt av torkningsmoduler enligt något av  
5 patentkraven 19-24, k ä n n e t e c k n a t därav, att det finns  
 $N = 3-12$  stycken av nämnda moduler ( $10_1 \dots 10_N$ ) efter varandra, att  
åtminstone en, lämpligast två torkningsmoduler ( $10_i, 10_{i+1}$ ) efter var-  
andra, är förenad(e) med samma torkningsviralänk ( $20_i$ ) så att över-  
föringen av banan ( $W$ ) från en torkningsvira ( $20$ ) till en annan är  
10 anordnad väsentligen i form av ett slutet gruppdrag, lämpligast i form  
av en överföring med brytsugvalsar (22) (figur 1).

26. Torkningsparti som satts ihop av torkningsmoduler enligt något av  
patentkraven 19-24, k ä n n e t e c k n a t därav, att utom ovan-  
15 nämnda moduler (10) hör en eller flera cylindergrupper, lämpligast  
sådana som är försedda med enkelt viradrag, till torkningspartiet  
( $R_1, R_1 \dots R_N$ ) (figurerna 2, 3 och 4).

27. Torkningsparti med en eller flera torkningsmoduler enligt något av  
20 patentkraven 19-24 för pappersmaskiner, k ä n n e t e c k n a t där-  
av, att det finns flera cylindergrupper ( $R_1 \dots R_N$ ) med enkelt viradrag  
efter varandra i torkningspartiet, där kontakttorkningscylindrarna  
(21a) är i den övre raden och brytsugvalsarna (22a) i den undre raden  
och att till torkningspartiet hör åtminstone en torkningsmodul ( $10_n$ ),  
25 där kontakttorkningscylinderparet (21) är under på-/genom-  
strömningstorkningscylindern (15) så att sidan av banan ( $W$ ) som i näm-  
da modul ( $10_n$ ) kommer mot kontakttorkningscylindrarna (21) byts om  
(figur 4).

28. Torkningsparti enligt något av patentkraven 19-27, k ä n n e -  
t e c k n a t därav, att nämnda efter varandra belägna torknings-  
moduler (10) eller modulpar ( $10_i; 10_{i+1}$ ) är sålunda svängda i förhållande  
till bredvid liggande moduler (10) eller modulpar att den sidan av  
banan ( $W$ ) som skall torkas ändras om vid överföring från en modul eller  
30 ett modulpar till följande modul eller följande modulpar (figurerna 1, 2  
och 5).

29. Torkningsparti enligt något av patentkraven 19-28, k ä n n e -  
t e c k n a t därav, att torkningsmodulerna eller motsvarande i början  
av torkningspartiet lämpar sig för påblåsningstorkning och torknings-  
modulerna eller motsvarande i slutdelen, lämpligast från och med en  
5 torrämnesshalt på ca 75 %, lämpar sig för genomströmningstorkning.
30. Torkningsparti enligt något av patentkraven 19-29, k ä n n e -  
t e c k n a t därav, att en eller flera torkningsmoduler (10) är för-  
sedda med en påblåsnings- och/eller genomströmningsskåpa som är indelad  
10 i två eller flera sektorer i längdriktningen av maskinen.
31. Torkningsparti enligt något av patentkraven 19-30, k ä n n e -  
t e c k n a t därav, att en eller flera torkningsmoduler (10) är för-  
sedda med påblåsnings- och/eller genomströmningsskåpa som är indelad i  
15 flera avsnitt i tvärriktningen av maskinen.



100013

FIG.1



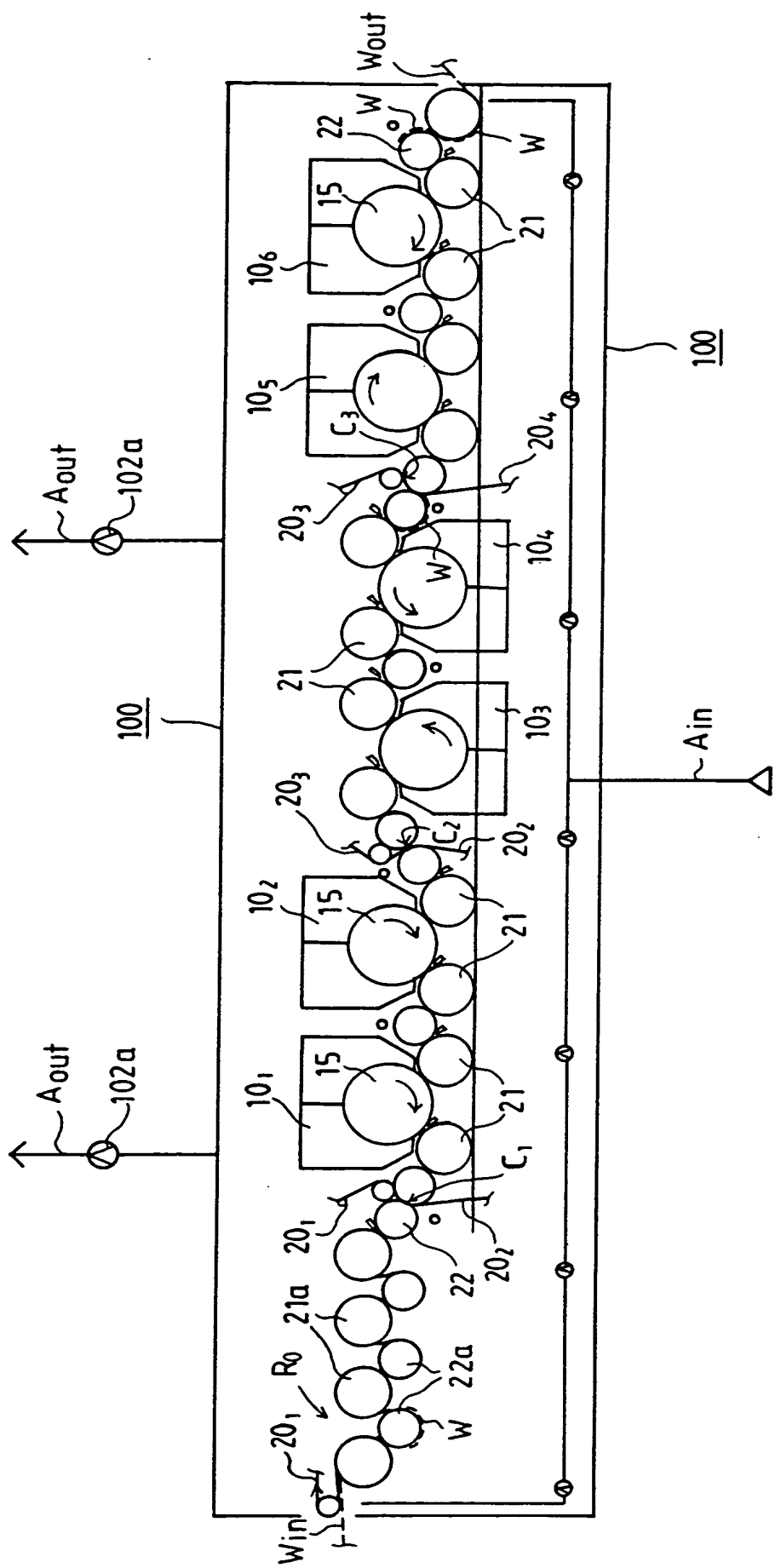


FIG. 2





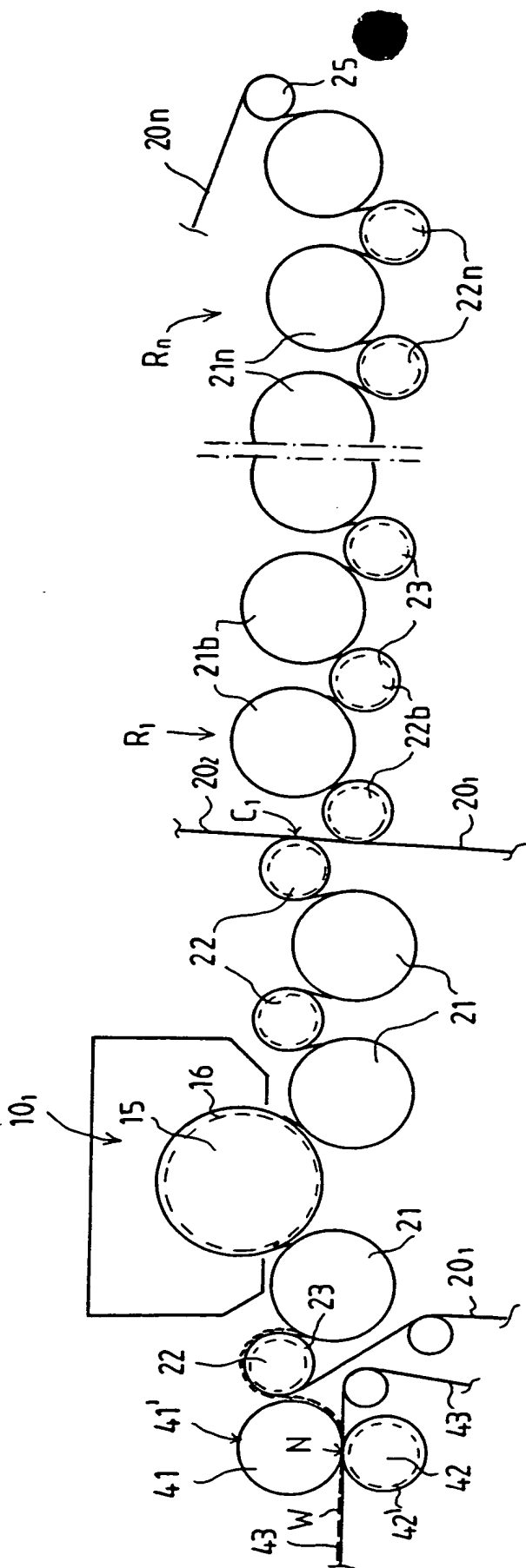


FIG. 3

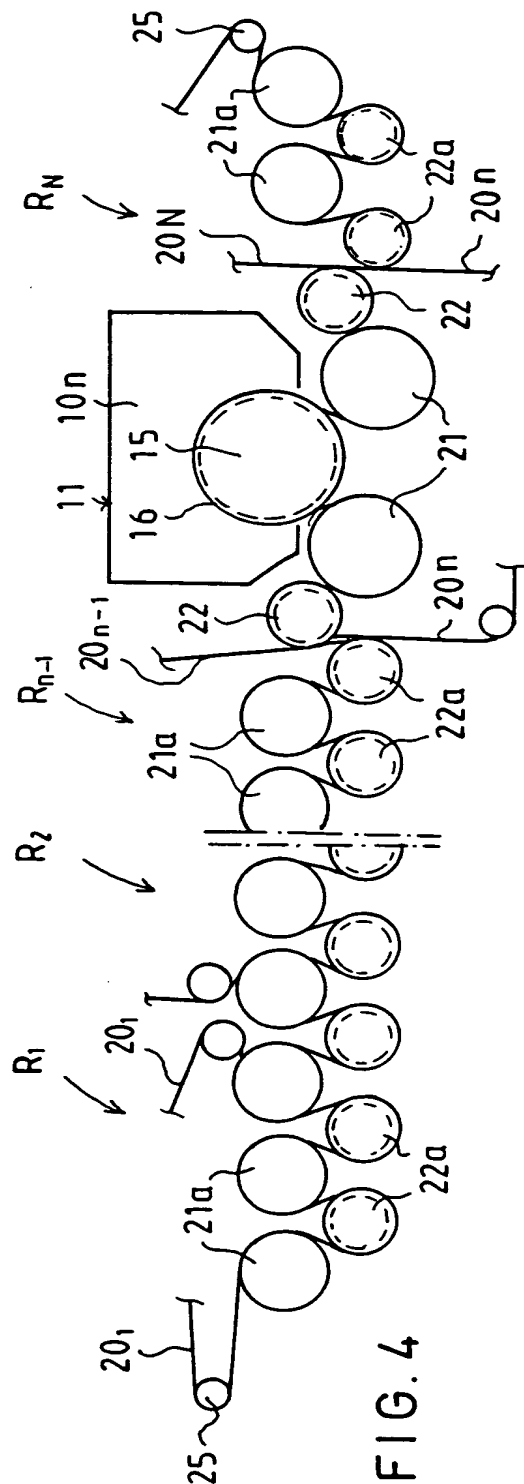


FIG. 4



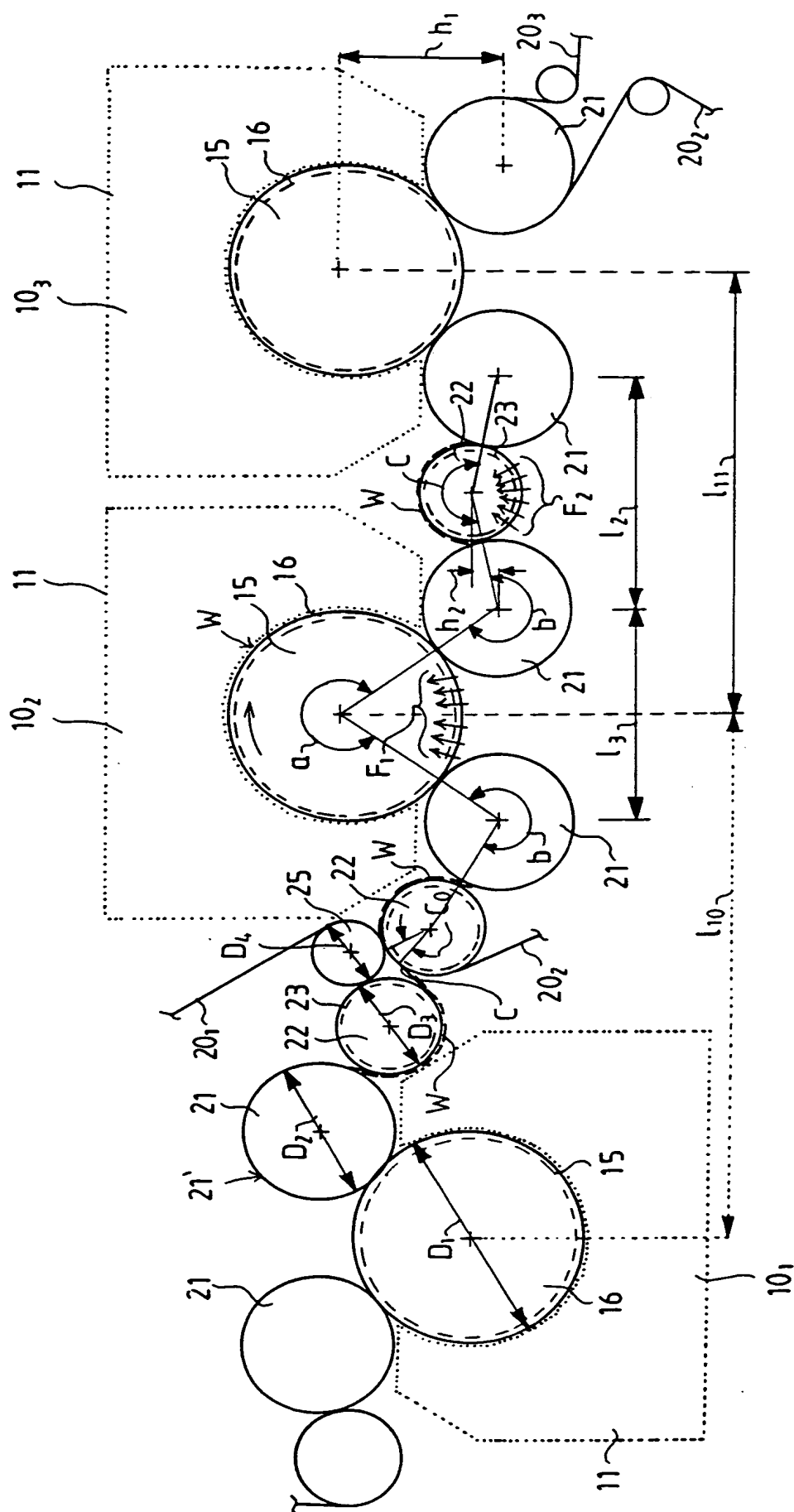


FIG. 5



